Available *online* at : http://chipset.fti.unand.ac.id/

Journal on Computer Hardware, Signal Processing, Embedded System and Networking

| ISSN (Online) 2722-4422 |

Embedded System

Sistem Monitoring Fokus Belajar Anak Usia 5-7 Tahun menggunakan Pose Detection berbasis Mediapipe

*Ani Febrian Hasanah[1], Dody Ichwana Putra[*2]*

[1,2] *Departemen Teknik Komputer, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat, 25163, Indonesia*

INFORMASI ARTIKEL

Diterima: 23 Agustus 2026
Direvisi: 19 Oktober 2026
Tersedia daring: 31 Oktober 2026

KATA KUNCI

Computer Vision, MediaPipe Pose, deteksi postur, fokus belajar anak, pemantauan

KORESPONDENSI

E-mail: dody.ichwana@it.unand.ac.id

A B S T R A K

Penelitian ini bertujuan mengembangkan dan mengevaluasi subsistem deteksi postur tubuh berbasis computer vision untuk memantau tingkat fokus belajar anak usia 5–7 tahun. Sistem menggunakan MediaPipe Pose untuk mendeteksi 33 landmark tubuh secara real-time, dengan memanfaatkan rata-rata koordinat Y kedua bahu dan ambang batas 0,25 untuk mengklasifikasikan postur duduk dan tidak duduk. Sistem diimplementasikan pada Raspberry Pi 5 dengan webcam Logitech C270, menggunakan *Finite State Machine* (FSM), SQLite untuk penyimpanan data sementara, dan Firebase untuk visualisasi pada dasbor web. Pengujian meliputi pengaruh jarak kamera, intensitas cahaya, akurasi deteksi, dan kinerja sistem. Hasil pengujian terhadap 47 sampel menunjukkan akurasi sebesar 87,23%, dengan 41 sampel terdeteksi benar dan 6 sampel tidak duduk salah diklasifikasikan sebagai duduk. Landmark bahu tetap dapat terdeteksi pada intensitas cahaya 100, 200, dan 314 lux, sedangkan peningkatan jarak kamera memengaruhi keandalan deteksi. Sistem terintegrasi menghasilkan rata-rata frame rate sebesar 10,91 FPS, latensi 90,75 ms, penggunaan memori 2,03% dari RAM 16 GB, utilisasi CPU sebesar 27%, dan suhu maksimum 69,7°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa subsistem yang dikembangkan layak digunakan sebagai parameter awal dalam pemantauan fokus belajar anak pada perangkat embedded, meskipun akurasi deteksi masih dipengaruhi oleh kalibrasi jarak kamera dan penyesuaian tinggi tripod terhadap tinggi badan anak.

I. PENDAHULUAN

Periode prasekolah hingga awal sekolah dasar, khususnya bagi anak usia 5-7 tahun, merupakan fase paling kritis dalam perkembangan kognitif anak. Menurut teori perkembangan kognitif Piaget, anak pada rentang usia ini berada pada tahap praoperasional (usia 2-7 tahun), yaitu tahap ketika mereka mulai mengenal angka dan huruf serta mengaitkan nilai numerik dengan objek konkret. Pada masa golden age ini, fungsi eksekutif yang mencakup fleksibilitas kognitif, kontrol diri, dan working memory berperan penting dalam membentuk kemampuan anak untuk merencanakan, mengambil keputusan, dan mengatur

https://doi.org/10.25077/chipset.7.02.157-163.2026
Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International. Some rights reserved

dirinya sendiri. Namun, skor kemampuan kognitif rata-rata anak Indonesia berada di sekitar 397, jauh di bawah rata-rata dunia sebesar 500, yang menunjukkan perlunya intervensi mendesak untuk meningkatkan perkembangan kognitif pada populasi ini [1], [2].

Kemampuan kognitif dapat dikembangkan melalui latihan membaca dan berhitung sederhana yang sesuai untuk anak prasekolah. Meskipun demikian, perkembangan kognitif sering kali tidak optimal akibat kurangnya minat, yang menyebabkan anak kehilangan fokus selama kegiatan belajar. Anak pada tahap perkembangan tertentu secara alami memiliki rentang perhatian yang terbatas, sehingga lebih mudah teralihkan. Fokus dan perhatian yang berkelanjutan merupakan aspek kognitif yang krusial dalam proses belajar anak. Melatih fokus sejak dini penting dilakukan, karena konsentrasi yang kuat memungkinkan proses belajar yang lebih efektif, retensi informasi yang lebih baik, kemampuan berpikir logis, serta pengembangan keterampilan sosial dan pengaturan diri [3].

Salah satu faktor yang menyebabkan kurangnya fokus anak selama kegiatan pengembangan kognitif adalah masih digunakannya metode pengajaran konvensional, seperti pengajaran berbasis papan tulis atau mendengarkan secara pasif. Tidak adanya media interaktif yang melibatkan anak secara langsung dengan objek fisik membuat proses belajar menjadi monoton dan pasif, sehingga anak sulit mempertahankan fokus. Selain itu, metode penilaian fokus anak yang ada saat ini seperti observasi perilaku oleh guru, penilaian berbasis kuesioner, dan tugas konsentrasi terstruktur pada dasarnya bersifat subjektif karena bergantung pada interpretasi manusia. Penelitian menunjukkan bahwa metode konvensional seperti observasi perilaku sulit diterapkan pada anak usia 3-8 tahun, sedangkan pendekatan berbasis teknologi seperti eye-tracking menawarkan pengukuran perhatian, persepsi, dan proses kognitif yang lebih objektif [4], [5].

Computer vision muncul sebagai pendekatan yang menjanjikan untuk penilaian fokus secara objektif. Beberapa parameter dapat diukur untuk mengevaluasi fokus anak, meliputi ekspresi wajah, gerakan kepala dan arah pandangan, serta postur tubuh. Di antara parameter tersebut, postur tubuh khususnya posisi duduk menjadi indikator utama karena kegiatan belajar umumnya dilakukan sambil duduk. Anak yang tetap duduk menunjukkan kesiapan fisik untuk belajar, sedangkan berdiri atau meninggalkan posisi duduk menandakan adanya perubahan keterlibatan [6], [7].

Penelitian ini mengusulkan sebuah subsistem deteksi postur menggunakan MediaPipe Pose, sebuah framework yang dikembangkan oleh Google yang mendeteksi 33 landmark tubuh dari bingkai video, untuk mengklasifikasikan postur anak ke dalam kategori duduk dan tidak duduk. Sistem diimplementasikan pada Raspberry Pi 5 dengan webcam Logitech C270 dan memproses video secara real time. Hasil deteksi disimpan dalam basis data SQLite lokal sebelum dikirim ke Firebase untuk divisualisasikan pada dasbor web. Tujuan penelitian ini adalah menyediakan alat untuk menilai tingkat fokus belajar anak berdasarkan postur tubuh, menggunakan landmark bahu dengan pendekatan klasifikasi berbasis ambang batas.

II. METODE

a. Komponen yang digunakan

Subsistem deteksi postur merupakan bagian dari sistem pemantauan fokus terintegrasi yang dirancang untuk anak usia 5-7 tahun. Arsitektur sistem secara keseluruhan terdiri atas dua subsistem utama: modul pembelajaran berbasis permainan yang menggunakan kartu RFID sebagai stimulus kognitif, dan subsistem deteksi fokus berbasis computer vision yang dilengkapi dasbor web untuk menyajikan hasil pemantauan. Penelitian ini berfokus secara khusus pada komponen deteksi postur dari subsistem deteksi fokus, yang menggunakan MediaPipe Pose untuk estimasi landmark tubuh secara real time. Perangkat keras terdiri atas Raspberry Pi 5 sebagai unit pemrosesan utama dan webcam Logitech C270 sebagai perangkat input video. Kamera dipasang pada tripod, sejajar dengan mata anak, pada jarak 50-200 cm. Sistem menangkap bingkai video secara real time, memproses setiap bingkai melalui pipeline deteksi, dan menghasilkan keluaran klasifikasi yang menunjukkan apakah anak dalam kondisi duduk atau tidak duduk



Gambar 1 Implementasi perangkat keras subsistem deteksi postur

Dalam sistem yang dicadangkan, subsistem pemantauan anak terdiri dari berbagai komponen perangkat keras yang saling terhubung. Raspberry Pi 5 terhubung dengan kamera Logitech C270 melalui port USB, yang berperan sebagai sensor visual untuk merekam gambar wajah, orientasi kepala, dan arah pandangan anak saat proses pembelajaran berlangsung. Koneksi USB ini membantu pengambilan data video secara langsung dan pengiriman segera ke Raspberry Pi untuk diproses lebihlanjut.

Untuk memenuhi kebutuhan daya sistem, Raspberry Pi 5 menerima suplai dari adaptor 5 V DC yang terhubung ke sumber listrik. Adaptor ini berfungsi sebagai sumber daya utama yang menyuplai voltase dan arus yang konsisten agar Raspberry Pi dapat berjalan dengan optimal bersama perangkat tambahan yang terhubung, termasuk kamera Logitech C270. Dengan pengaturan ini, semua perangkat keras dapat beroperasi secara terpadu dalam satu sistem yang mendukung fungsi pemantauan perkembangan anak.

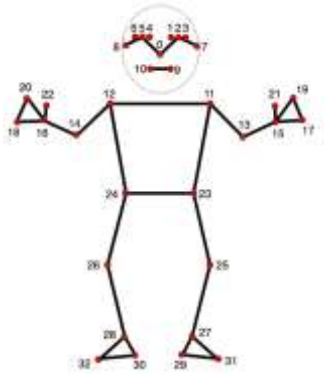
b. Implementasi Perangkat Lunak

MediaPipe adalah framework open-source yang dikembangkan oleh Google untuk membangun pipeline machine learning multimodal. Solusi MediaPipe Pose secara khusus mendeteksi dan merepresentasikan posisi tubuh manusia melalui 33 landmark, sehingga menghasilkan representasi postur tubuh yang komprehensif dalam bentuk koordinat ternormalisasi [8].

Dari 33 landmark yang tersedia, hanya bahu kiri (indeks 11) dan bahu kanan (indeks 12) yang dipilih sebagai fitur utama untuk klasifikasi postur, karena posisi bahu berada lebih tinggi ketika

https://doi.org/10.25077/chipset.7.02.157-163.2026

seseorang berdiri dan bergeser secara vertikal ketika duduk. Gambar 2 menunjukkan 33 landmark yang dideteksi oleh MediaPipe Pose, dengan landmark bahu ditandai.

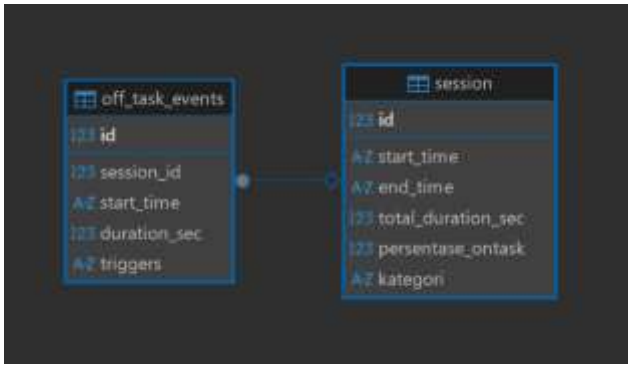


Gambar 2 Visualisasi 33 landmark tubuh yang dideteksi oleh MediaPipe Pose.

Pendekatan klasifikasi menggunakan metode berbasis ambang batas (threshold) yang diterapkan pada koordinat Y bahu. Pada setiap bingkai, sistem mengekstrak koordinat Y dari landmark bahu kiri dan kanan lalu menghitung rata-rata aritmetikanya, yang kemudian dibandingkan dengan ambang batas 0,25: jika nilainya lebih besar dari 0,25 maka anak diklasifikasikan sebagai duduk, dan jika kurang dari atau sama dengan 0,25 maka anak diklasifikasikan sebagai tidak duduk.

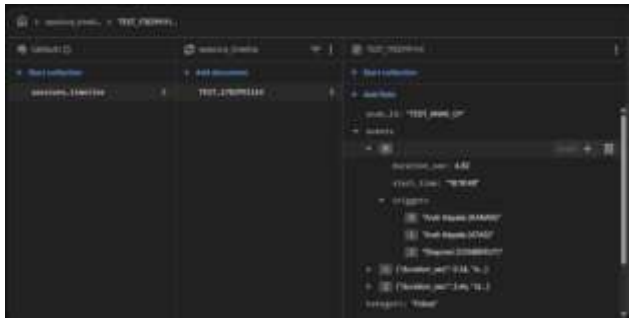
Meskipun parameter postur menjadi kriteria pertama yang harus dipenuhi, parameter ini saja tidak cukup untuk menentukan apakah seorang anak sepenuhnya fokus. Anak dinyatakan fokus hanya ketika ketiga parameter sistem terintegrasi yaitu postur, ekspresi wajah, dan arah pandangan masing-masing memenuhi kriterianya.

c. Arsitektur Penyimpanan Data



Gambar 3 ERD Lokal SQLite

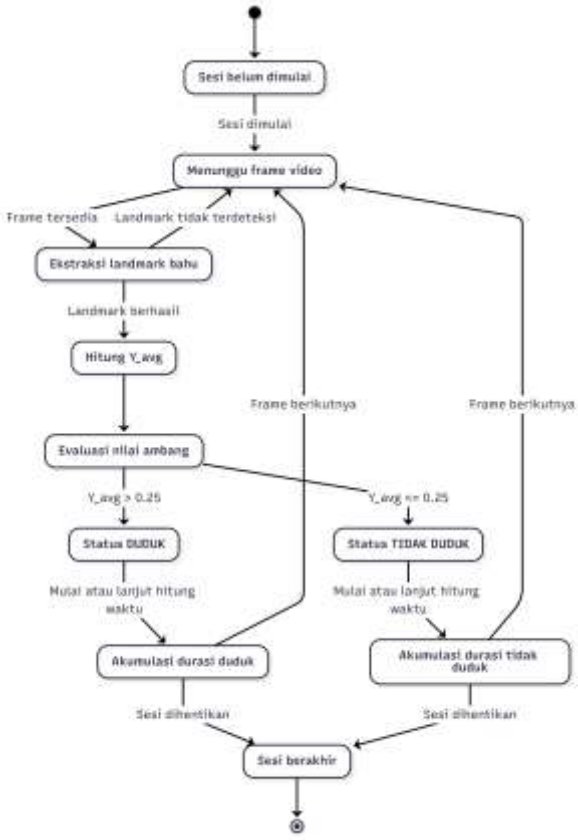
Hasil deteksi yang diklasifikasikan sebagai peristiwa off-task disimpan sementara dalam basis data SQLite lokal pada Raspberry Pi 5 sebelum dikirim ke Firebase sebagai basis data NoSQL berbasis cloud. Basis data lokal menggunakan dua tabel: tabel induk (session) yang menyimpan data sesi secara kumulatif, dan tabel anak (off_task_events) yang mencatat setiap peristiwa off-task secara individual. Normalisasi data diterapkan hingga Bentuk Normal Kedua (2NF) untuk menyeimbangkan pengurangan redundansi dengan efisiensi transmisi data ke Firebase.



Gambar 4 Struktur Database NoSQL Pada Firebase

Gambar 4 menampilkan contoh data yang telah tersimpan pada basis data Firebase hasil pengiriman dalam format JSON. Pada gambar tersebut terlihat satu collection bernama "sessions_timeline" yang difungsikan untuk menyimpan data sesi pengamatan. Di dalam collection tersebut terdapat documents yang disesuaikan dengan id sesi yang sedang berlangsung. Masing-masing document memuat data yang dikirimkan oleh tabel session dan tabel off_task_events, kecuali field session_id.

d. Representasi Proses dengan Finite State Machine



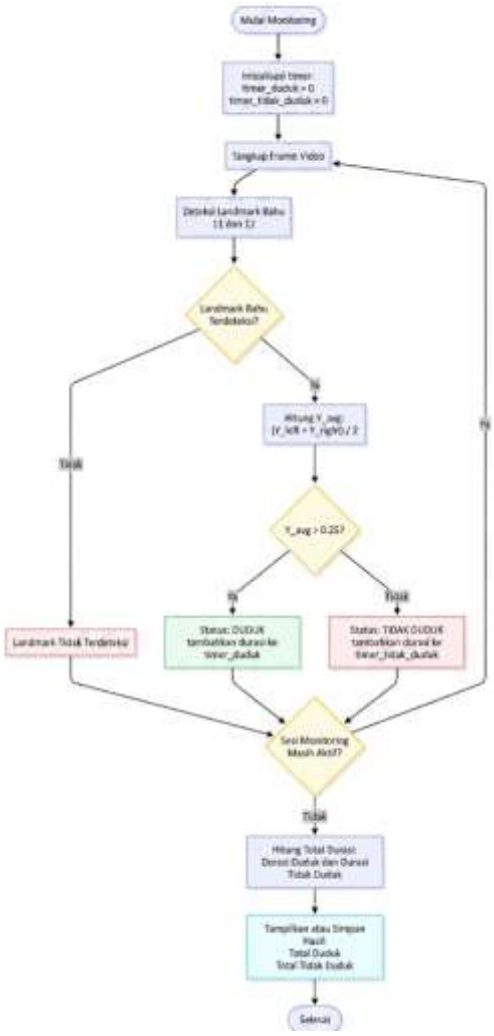
Gambar 5 Diagram Finite State Machine .

Alur kerja sistem dalam mengukur tingkat keterlibatan anak selama proses pembelajaran diawali dari tahap inisialisasi ketika sesi belajar diaktifkan. Pada kondisi awal, sistem berada dalam posisi sesi belum dimulai hingga pengguna memulai sesi, yang kemudian mengarahkan sistem pada kondisi menunggu frame vidio. Dalam tahap ini, sistem terus-menerus mengambil cuplikan gambar dari kamera secara real-time. Ketika frame video tersedia,

sistem melakukan ekstraksi landmark pada area bahu anak. Jika landmark bahu gagal terdeteksi, sistem secara otomatis kembali ke proses penantian frame berikutnya hingga posisi bahu berhasil teridentifikasi.

Setelah landmark bahu berhasil didapatkan, sistem menghitung rata-rata koordinat vertikal yang direpresentasikan dalam nilai Y_avg, yang dilanjutkan dengan evaluasi nilai threshold. Evaluasi ini bertujuan untuk mengklasifikasikan posisi fisik anak sebagai bentuk keterlibatan mereka dalam kegiatan belajar. Apabila nilai Y_avg>0.25, sistem mengidentifikasi anak dalam duduk, yang mengindikasikan bentuk keterlibatan aktif dan fokus anak pada sesi pembelajaran. Sebaliknya, jika nilai Y_avg≤0.25sistem menetapkannya sebagai tidak duduk, yang merepresentasikan kondisi anak sedang terdistraksi, berdiri, atau meninggalkan area belajar. Kedua status posisi tersebut menjadi tolok ukur utama dalam menghitung tingkat keterlibatan anak secara kuantitatif. Sistem akan terus memulai atau melanjutkan akumulasi durasi waktu untuk masing-masing status baik akumulasi durasi duduk maupun tidak duduk seiring berjalannya setiap frame baru dari video. Proses pemrosesan frame dan perhitungan waktu ini berlangsung berulang secara berkesinambungan sampai sesi diputuskan untuk dihentikan. Ketika sesi dihentikan, sistem menyimpan seluruh akumulasi data durasi keterlibatan anak dan menutup pemrosesan pada tahap sesi berakhir.

e. Representasi Proses dengan Flowchart



Gambar 6 Flowchart

Flowchart menggambarkan alur kerja subsistem deteksi postur dalam memantau kondisi duduk dan tidak duduk anak selama sesi pembelajaran. Proses dimulai dengan inisialisasi sistem dan variabel penghitung durasi, yaitu timer_duduk dan timer_tidak_duduk. Selanjutnya, sistem menangkap frame video secara real-time dan melakukan deteksi landmark bahu kiri dan kanan, yaitu landmark indeks 11 dan 12.Apabila landmark bahu tidak berhasil terdeteksi, sistem kembali menangkap frame berikutnya. Sebaliknya, jika kedua landmark berhasil dideteksi, sistem menghitung rata-rata koordinat vertikal kedua bahu (Y_avg). Nilai tersebut kemudian dibandingkan dengan ambang batas sebesar 0,25. Apabila nilai Y_avg lebih besar dari 0,25, anak diklasifikasikan dalam kondisi duduk dan durasi duduk ditambahkan. Sebaliknya, apabila nilai Y_avg kurang dari atau sama dengan 0,25, anak diklasifikasikan dalam kondisi tidak duduk dan durasi tidak duduk ditambahkan. Setelah proses klasifikasi, sistem memeriksa apakah sesi monitoring telah selesai. Jika sesi belum selesai, sistem kembali menangkap frame video berikutnya dan proses deteksi dilakukan secara berulang. Apabila sesi monitoring telah selesai, sistem menghitung total durasi duduk dan tidak duduk, kemudian menampilkan hasil pemantauan sebelum proses berakhir.

III. Hasil dan Pembahasan



Gambar 7 Alur sistem end to end

Sistem yang dikembangkan merupakan media pembelajaran interaktif berbasis gamifikasi yang menggunakan teknologi Radio Frequency Identification (RFID). Sistem ini dirancang khusus untuk anak usia 5 hingga 7 tahun. Pemilihan usia tersebut didasarkan pada tahap perkembangan anak yang masih membutuhkan berbagai stimulasi untuk membantu meningkatkan kemampuan kognitif. Melalui kegiatan belajar yang interaktif dan menarik, sistem diharapkan dapat membantu anak dalam mengikuti proses pembelajaran dengan lebih baik.

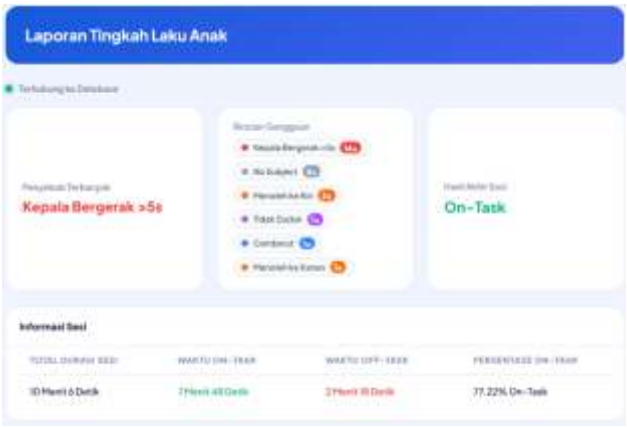
Untuk memantau aktivitas anak selama belajar, sistem dilengkapi dengan fitur pemantauan secara real-time menggunakan teknologi *computer vision* dan kamera Logitech C270. Pemantauan dilakukan menggunakan tiga parameter utama, yaitu deteksi postur tubuh, ekspresi wajah, dan arah pandang anak. Deteksi postur digunakan untuk mengetahui apakah anak berada dalam kondisi duduk atau tidak duduk dengan memanfaatkan framework MediaPipe. Selain itu, sistem juga menganalisis ekspresi wajah dan arah pandang anak selama mengikuti kegiatan pembelajaran. Anak akan dikategorikan dalam kondisi **fokus**

https://doi.org/10.25077/chipset.7.02.157-163.2026

apabila ketiga parameter tersebut menunjukkan kondisi yang sesuai dengan kriteria fokus secara bersamaan.

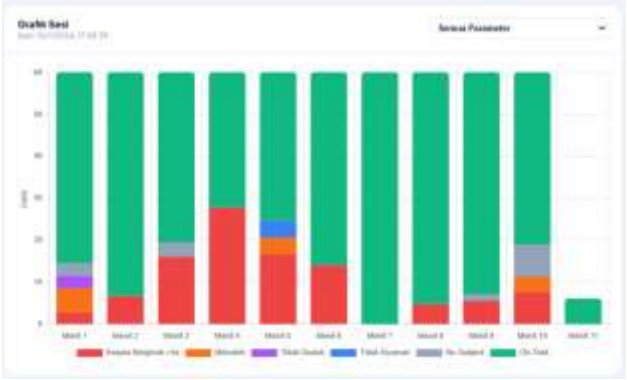
Proses sistem dimulai ketika anak melakukan interaksi awal menggunakan perangkat RFID untuk memulai sesi gamifikasi. Setelah sesi dimulai, kamera akan aktif dan melakukan pemantauan terhadap aktivitas serta tingkat perhatian anak selama proses pembelajaran berlangsung. Data hasil pemantauan kemudian disimpan menggunakan dua media penyimpanan, yaitu database lokal dan Firebase sebagai database *cloud*. Penggunaan database lokal bertujuan untuk mendukung proses penyimpanan data secara langsung, sedangkan Firebase digunakan untuk menyimpan dan menyinkronkan data agar dapat diakses melalui sistem.

Ketika sesi permainan selesai, proses pemantauan akan berhenti secara otomatis. Selanjutnya, data aktivitas anak selama sesi pembelajaran akan dikumpulkan dan diolah menjadi informasi hasil pemantauan. Hasil tersebut kemudian ditampilkan melalui antarmuka web yang dapat diakses oleh orang tua maupun psikolog. Melalui halaman web tersebut, pengguna dapat melihat informasi mengenai aktivitas, tingkat keterlibatan, dan pola konsentrasi anak selama mengikuti proses pembelajaran. Berikut ini adalah salah satu hasil monitoring yang telah dilakukan yang ditampilkan pada dashboard website.



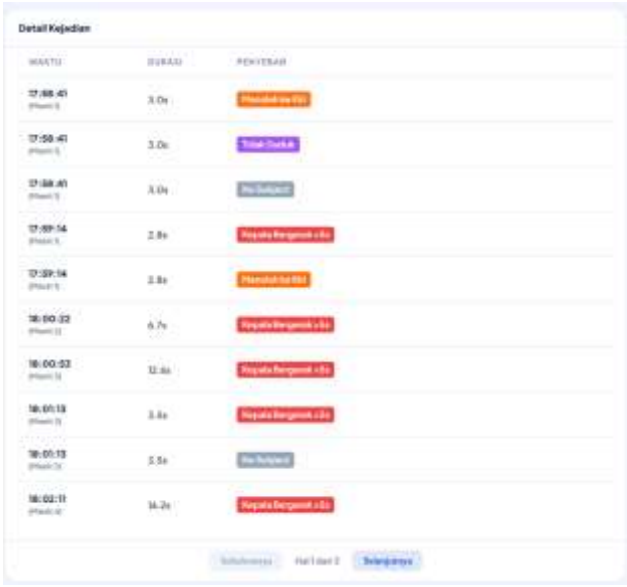
Gambar 8 Tampilan dashboard website

Pada tampilan tersebut ditampilkan laporan tingkah laku anak, penyebab terbanyak, rincian perilaku yang menyebabkan anak berada dalam kondisi off task, serta total durasi per sesi, waktu off task, dan presentase anak dalam keadaan on task..



Gambar 9 Tampilan Grafik per Sesi

Grafik menunjukkan perubahan aktivitas anak berdasarkan waktu dalam satuan menit dan detik. Warna yang ditampilkan pada grafik menunjukkan kondisi yang terdeteksi selama sesi berlangsung. Warna merah menunjukkan adanya gerakan kepala yang berlebihan, waran orange menunjukkan perubahan arah pandang, dan warna biru menunjukkan perubahan ekspresi yang menandakan bawa anak dalam kondisi offtask. Sementara itu, warna hijau menunjukkan kondisi on task, yaitu saat ketiga parameter yang digunakan oleh sistem terpenuhi sehingga anak dikategorikan dalam kondisi fokus.



Gambar 10 Tampilan detail kejadian pada website

Informasi yang ditampilkan meliputi waktu kejadian, durasi kejadian serta faktor yang meneyebabkan anak berada dalam kondisi *off task.*

a. Pengaruh Jarak Kamera terhadap Deteksi Postur

Jarak antara kamera dan anak secara signifikan memengaruhi proporsi tubuh yang terlihat dalam bingkai video, yang pada gilirannya memengaruhi posisi landmark bahu yang dihasilkan oleh MediaPipe Pose. Pengujian dilakukan pada jarak 50 cm dan 200 cm. Pada jarak 50 cm, tubuh anak menempati proporsi yang lebih besar dalam bingkai, sehingga kedua landmark bahu dapat terdeteksi dengan jarak yang relatif lebar, mendekati jarak fisik sebenarnya.

Jarak	Hasil Deteksi	Keterangan
50cm		Shoulder y : 0,51
100 cm		Shoulder y : 0,596

150 cm		Shoulder y : 0,24
200 cm		Shoulder y : 0,51

Pada jarak lebih dari 100 cm, tubuh anak tampak lebih kecil dalam bingkai, sehingga jarak antara landmark bahu kiri dan kanan menyempit. Dengan ambang batas 0,25, sistem lebih sering menghasilkan klasifikasi duduk pada jarak 200 cm meskipun anak sebenarnya tidak duduk. Hasil pengujian juga menunjukkan bahwa tinggi badan anak dan tinggi tripod harus disesuaikan dengan tepat agar tubuh anak tertangkap kamera secara memadai. Selain itu, penggunaan hijab dapat menyebabkan MediaPipe Pose membutuhkan waktu lebih lama untuk menemukan posisi bahu.

b. Akurasi Sistem

Pengujian akurasi dilakukan dengan meminta anak secara bergantian melakukan postur duduk dan tidak duduk di depan kamera. Pengujian ini melibatkan 47 titik data, terdiri atas 23 sampel dengan kondisi aktual duduk dan 24 sampel dengan kondisi aktual tidak duduk. Tabel 1 menyajikan confusion matrix hasil pengujian ini.

Tabel 1. Confusion Matrix Hasil Deteksi Postur

Aktual / Prediksi	Duduk	Tidak Duduk
Duduk	23 (TP)	0 (FN)
Tidak Duduk	6 (FP)	18 (TN)

Dari total 47 percobaan, 41 sampel terdeteksi dengan benar sesuai kondisi aktualnya, sehingga menghasilkan akurasi sistem secara keseluruhan sebesar 87,23%, dengan presisi 79,31% dan recall 100% untuk kelas duduk, serta presisi 100% dan recall 75% untuk kelas tidak duduk. Kesalahan deteksi false-positive terjadi pada anak dengan tinggi badan kurang dari 100 cm ketika kamera ditempatkan pada jarak 100 cm, tanpa disertai penyesuaian tinggi tripod. Pada kondisi ini, posisi kamera menjadi relatif terlalu tinggi dibandingkan tinggi badan anak, sehingga sudut kamera yang dihasilkan menyebabkan koordinat Y bahu tetap berada di atas 0,25 meskipun anak sebenarnya sedang berdiri. Temuan ini menegaskan bahwa akurasi deteksi tidak hanya bergantung pada algoritme klasifikasi, tetapi juga pada kalibrasi posisi kamera dan tripod terhadap tinggi badan subjek.

c. Pengaruh Intensitas Cahaya

Kondisi pencahayaan diuji pada tiga tingkat intensitas: 100 lux, 200 lux, dan 314 lux. MediaPipe Pose tetap mampu mendeteksi seluruh landmark bahu yang dibutuhkan pada ketiga kondisi tersebut, meskipun terdapat perbedaan kecerahan gambar. Temuan ini menunjukkan bahwa, dalam rentang pengujian 100-314 lux, perubahan intensitas cahaya tidak menyebabkan MediaPipe kehilangan jejak objek yang diamati.

Tabel 2. Hasil Deteksi Postur pada Berbagai Kondisi Intensitas Cahaya

Intensitas Cahaya (lux)	Hasil Deteksi
100	
200	
314	

d. Evaluasi Kinerja Sistem

Berdasarkan hasil pengujian performa, sistem pada mode deteksi postur memperoleh rata-rata frame rate sebesar 41,81 FPS. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem mampu memproses rata-rata sekitar 41 frame dalam satu detik. Dengan nilai tersebut, sistem dapat melakukan pemantauan perubahan postur anak secara real-time. Sementara itu, FPS minimum yang diperoleh sebesar 18,37 FPS dan FPS maksimum sebesar 42,41 FPS. Perbedaan nilai FPS tersebut menunjukkan bahwa kecepatan pemrosesan sistem dapat berubah pada kondisi tertentu, tergantung pada proses pendeteksian landmark tubuh pada setiap frame. Meskipun demikian, rata-rata FPS yang diperoleh menunjukkan bahwa sistem masih dapat menjalankan proses deteksi postur dengan cukup lancar. Selain kecepatan pemrosesan, pengujian juga dilakukan terhadap waktu respons sistem atau latency. Berdasarkan hasil pengujian, rata-rata latency pada mode postur sebesar 45,05 ms, sedangkan latency maksimum sebesar 83,47 ms. Nilai tersebut menunjukkan bahwa sistem membutuhkan waktu sekitar 0,045 detik untuk memproses satu frame. Dengan waktu pemrosesan tersebut, perubahan kondisi anak dari duduk ke tidak duduk maupun sebaliknya dapat diproses dalam waktu yang relatif cepat.

Dari sisi penggunaan sumber daya, mode deteksi postur menggunakan memori rata-rata sebesar 237,1 MB dengan penggunaan maksimum sebesar 274,52 MB. Penggunaan CPU rata-rata tercatat sebesar 106,86%, sedangkan konsumsi daya rata-rata sebesar 0,87 watt. Selama pengujian berlangsung, suhu maksimum perangkat mencapai 67,0°C. Hasil tersebut menunjukkan bahwa proses deteksi postur dapat dijalankan secara terus-menerus dengan kondisi perangkat yang tetap dapat beroperasi selama proses pengujian. Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem memiliki performa yang cukup baik dalam menjalankan deteksi postur secara real-time. Nilai rata-rata 41,81 FPS dan latency 45,05 ms menunjukkan bahwa sistem mampu memproses perubahan postur dengan waktu respons yang cepat. Namun, performa dan hasil deteksi yang diperoleh tetap dipengaruhi oleh kondisi pengambilan gambar, seperti jarak anak terhadap kamera, tinggi kamera, serta

https://doi.org/10.25077/chipset.7.02.157-163.2026

posisi tubuh anak. Hal tersebut juga terlihat pada pengujian sebelumnya, di mana perubahan konfigurasi kamera dapat memengaruhi posisi landmark bahu dan hasil klasifikasi postur.

Tabel 3. Perbandingan Kinerja Modul Individual dan Sistem Terintegrasi

Parameter	Kepala	Postur	Ekspresi	Sistem Penuh
Rata-rata FPS	43.35	41.07	41.87	10.91
FPS Minimum	—	—	—	0.31
FPS Maksimum	—	—	—	11.11
Rata-rata Latensi (ms)	22.27	23.02	23.02	90.75
Latensi Maksimum (ms)	—	—	—	129.03
Rata-rata Memori (MB)	169.39	198.76	314.01	323.53
Memori Maksimum (MB)	170.25	207.41	357.41	325.08
Rata-rata CPU (%)	109.75	110.69	112.92	108.73
Rata-rata Daya (W)	0.87	0.87	0.87	0.87
Suhu Maksimum (°C)	63.7	66.7	67.0	69.7

IV. KESIMPULAN

Subsistem deteksi postur berhasil membedakan kondisi duduk dan tidak duduk pada anak usia 5-7 tahun menggunakan MediaPipe Pose dengan dua landmark bahu dan klasifikasi ambang batas 0,25, yang direpresentasikan secara sistematis melalui Finite State Machine lima keadaan. Jarak kamera terhadap subjek secara signifikan memengaruhi akurasi deteksi klasifikasi lebih akurat pada jarak 50 cm, sedangkan pada jarak 200 cm sistem cenderung bias ke arah klasifikasi duduk. Pengujian end-to-end mengonfirmasi bahwa subsistem deteksi postur, ketika diintegrasikan dengan modul deteksi ekspresi dan arah pandangan, berhasil menghasilkan laporan penilaian fokus yang komprehensif, yang menunjukkan kesiapan sistem untuk diterapkan dalam pemantauan fokus belajar anak.

Sistem ini tidak dapat digunakan untuk generalisasi, namun dapat dioptimalisasi dengan melakukan kalibrasi tinggi kamera dengan meminta anak melakukan proses perubahan postur duduk dan tidak duduk, sehingga dari percobaan awal tersebut dapat disesuaikan tinggi kamera yang digunakan. Sebagai saran untuk pengembangan lebih lanjut, prosedur pengumpulan data sebaiknya mencakup kalibrasi tinggi tripod yang proporsional terhadap tinggi badan anak.

V. REFERENSI

[1] A. N. Satria, “Pentingnya Masa Golden Age Anak,” UGM, 2024. [Online]. Available: https://ugm.ac.id/id/berita/21802-pentingnya-masa-golden-age-anak/

[2] FKM UI, “Doktor FKM UI Teliti: Kejar Tumbuh dan Kemampuan Kognitif Anak Indonesia,” 2025. [Online]. Available: https://fkm.ui.ac.id/

[3] S. Liana, “Studi Tentang Kesulitan Fokus Anak dalam Pembelajaran: Tinjauan Psikologis dan Edukatif,” vol. 3, no. 1, pp. 26–33, 2024, doi: 10.58540/pijar.v3i1.646.

[4] R. S. Hessels and I. T. C. Hooge, “Eye tracking in developmental cognitive neuroscience – The good, the bad and the ugly,” Dev. Cogn. Neurosci., vol. 40, p. 100710, 2019, doi: 10.1016/j.dcn.2019.100710.

[5] A. Rebreikina et al., “Voluntary Attention Assessing Tests in Children with Neurodevelopmental Disorders Using Eye Tracking,” Children, vol. 11, no. 11, pp. 1–13, 2024, doi: 10.3390/children11111333.

[6] P. Buono et al., “Assessing student engagement from facial behavior in on-line learning,” pp. 12859–12877, 2023.

[7] A. Al-Shabandar et al., “Student’s Engagement Detection Based on Computer Vision: A Systematic Literature Review,” 2024.

[8] Google, “MediaPipe Pose: Guide to pose detection,” 2024. [Online]. Available: https://ai.google.dev/edge/mediapipe/solutions/vision/pose_landmarker

https://doi.org/10.25077/xxxxx

VI. BIOGRAFI PENULIS

Ani Febrian Hasanah



Departemen Teknik Komputer, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Andalas, Padang, Indonesia.