



## Sistem Monitoring dan Deteksi Stres Pada Anak Berbasis *Wearable Device*

Phie Chyan<sup>1</sup>, Yudi Kasmara<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Atma Jaya Makassar

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Teknik Bina Cendikia

<sup>1</sup>phie\_chyan @lecturer.uajm.ac.id, <sup>2</sup>yudi\_kasmara77@gmail.com

### Abstract

*The need for monitoring of children today is very important, especially for children under five, whose physical and verbal abilities are still inadequate to be able to communicate effectively with their parents or caregivers about the conditions they are experiencing. Previous studies related to child safety that were studied generally focused on responses to events that could potentially harm children. This study aims to design a prototype child monitoring system consisting of a wearable device that is used on a child's wrist equipped with sensors and connected to a server via a wireless network. Monitoring software that runs on the server will collect all data parameters from wearable devices with built-in audio signal, temperature, and heart rate sensor then with machine learning algorithm implemented in software will allow the system to predict if stress conditions happen on children and then system can give warnings to child-caregiver through monitoring applications or SMS messages. Using the Decision Tree and Naive Bayes classification methods the system can effectively predict stress conditions in children with an accuracy of 82.8 percent using audio, temperature, and heart rate parameters. This shows that the system has the capability to contribute to increasing child safety in the supervision environment.*

*Keywords: child monitoring system, stress detection, wearable device, machine learning*

### Abstrak

Kebutuhan pemantauan terhadap anak saat ini sangat penting terutama pada anak-anak usia balita yang secara kemampuan fisik dan verbal mereka masih belum memadai untuk dapat berkomunikasi secara efektif terhadap orang tua atau pengasuh mereka terhadap kondisi yang mereka alami. Penelitian-penelitian terdahulu terkait keamanan anak yang dikaji umumnya berfokus pada respon terhadap kejadian yang berpotensi membahayakan anak yang sebenarnya bisa dideteksi lebih dini melalui kondisi stres yang dialami anak. Penelitian ini bertujuan untuk merancang purwarupa sistem monitoring dan deteksi stres anak berupa perangkat *wearable* yang dikenakan pada pergelangan tangan anak yang dilengkapi dengan beberapa sensor dan terkoneksi ke server melalui jaringan nirkabel. Parameter yang diterima dari sensor perangkat yaitu data audio, denyut jantung dan suhu. Dengan metode pembelajaran mesin yang diimplementasikan pada perangkat lunak yang terdiri dari fase latihan dan uji yang melibatkan proses ekstraksi fitur dari data audio, memilih fitur yang mempunyai nilai diskriminatif yang tinggi dan kemudian melatih metode pembelajaran mesin untuk melakukan klasifikasi berdasarkan data tersebut selanjutnya memungkinkan sistem dapat mendeteksi kondisi stres pada anak dan memberi peringatan kepada pengawas melalui aplikasi *monitoring* atau pesan SMS. Menggunakan metode klasifikasi *Decision Tree* dan *Naive Bayes* sistem mampu secara efektif memprediksi kondisi stress pada anak dengan akurasi sebesar 82,8 persen menggunakan kombinasi parameter audio, suhu dan denyut jantung. Dengan demikian purwarupa sistem yang dikembangkan mampu memberi kontribusi dalam peningkatan keamanan anak dalam lingkungan yang membutuhkan pengawasan.

Kata kunci: sistem monitoring anak, deteksi stres, perangkat *wearable*, pembelajaran mesin

### 1. Pendahuluan

Kelompok usia anak masuk dalam kelompok usia belum produktif yang belum diharapkan untuk bekerja dan umumnya masih membutuhkan dukungan dari anggota keluarga lain sebagai penopang hidup. Berada dalam kelompok usia yang rentan, anak-anak memiliki

beberapa karakteristik khusus yakni umumnya memiliki rasa ingin tahu yang besar dan berperilaku aktif tetapi belum memiliki kesadaran dan pemahaman terhadap keamanan dari berbagai resiko dan bahaya yang mengancam dirinya [1]. Kebutuhan pemantauan terhadap anak saat ini sangat penting terutama pada anak-anak usia balita yang secara kemampuan fisik dan

verbal mereka masih belum memadai untuk dapat berkomunikasi secara efektif terhadap orang tua atau pengasuh mereka terhadap kondisi yang mereka alami [2].

Teknologi piranti pendukung keamanan dan pengawasan anak saat ini menjadi ranah penelitian aktif yang banyak dikaji oleh berbagai peneliti di dunia seiring dengan kebutuhan komunitas masyarakat terhadap teknologi ini yang memunculkan berbagai inovasi yang lahir dari kreatifitas para peneliti beberapa diantaranya seperti penelitian dari A. Saranya et al. yang merancang sistem pengawasan anak menggunakan smart tag yang dilekatkan pada seragam anak dan terhubung pada jaringan nirkabel yang berfungsi untuk memberi peringatan kepada orang tua apabila anak yang diawasi keluar dari zona yang telah ditentukan dan kemudian sistem dapat memberi informasi posisi anak secara akurat menggunakan bantuan GPS [3]. Kemudian penelitian lain dari J. Megha et al. yang menghasilkan sistem pengawasan anak sekolah. Produk dari penelitian ini adalah suatu sistem yang mendeteksi keberadaan anak sekolah mulai dari bus sekolah selanjutnya tiba disekolah hingga kembali ke rumah [4]. Sistem menggunakan teknologi *NFC (Near field Communication)* yang berkomunikasi dengan RFID yang melekat di kartu siswa untuk memantau keberadaan anak tersebut apabila sistem tidak dapat mengkonfirmasi keberadaan anak maka sistem akan mengirimkan laporan kepada pengawas. Penelitian lain oleh S.K. Punjabi menghasilkan sebuah *device* portabel dengan jaringan GSM yang dilengkapi oleh saklar tekan. Perangkat ini bekerja dengan cara diremas ketika anak menghadapi bahaya, sensor tekanan pada perangkat akan mendeteksi adanya tekanan yang diberikan dan kemudian akan mengirimkan SMS kepada nomor kontak yang tersimpan pada profile berupa lokasi subjek yang dibaca melalui modul GPS pada perangkat [5]. Terkait dengan teknologi penyebaran informasi, penelitian dari Utari dan Triana mengembangkan sebuah sistem informasi monitoring siswa yang berfungsi memberi laporan ke orangtua mengenai kinerja akademik anak mereka masing-masing disekolah melalui SMS gateway [6] dan juga penelitian dari Chyan yang menghasilkan sistem monitoring untuk lansia berbasis IOT mampu mengirimkan informasi ke berbagai media baik SMS, email, dan media sosial lainnya bila sesuatu yang membahayakan menimpa lansia dalam pengawasan [7].

Selanjutnya penelitian mengenai deteksi stress pada anak sebagian besar menggunakan sinyal audio untuk mendeteksi tangisan yang diasosiasikan sebagai keadaan stress pada anak, kekurangan metode ini apabila digunakan sebagai satu-satunya parameter adalah kesulitan dalam mengidentifikasi anak yang menangis terutama apabila terdapat banyak anak yang berkumpul dalam sebuah ruangan. Beberapa diantaranya seperti penelitian dari Limantoro, dkk yang merancang aplikasi

untuk mendeteksi tangisan bayi dan mencoba untuk menginterpretasikan masalah yang dihadapi bayi berdasarkan tangisan tersebut [8]. Penelitian dengan topik yang sama juga dilakukan oleh Prasetyo, dkk dengan mengklasifikasi masalah bayi berdasarkan tangisannya menurut standar *Dunstan Baby Language* dengan menggunakan metode K-Nearest Neighbor (KNN) [9]. Beberapa metode deteksi stress memanfaatkan parameter biologis yang diterapkan pada orang dewasa juga dapat diterapkan pada subjek anak untuk meningkatkan akurasi deteksi. Kebutuhan perangkat sensor khusus yang harus ditempelkan di bagian tubuh juga menjadi masalah tersendiri terlebih bila alat tersebut berat atau mengganggu kenyamanan pemakai. Penelitian dari Bakti dan Wardati menggunakan suhu tubuh, denyut jantung dan *Galvanic Skin Response* untuk mendeteksi stress pada manusia dewasa dengan membandingkannya dengan parameter yang sudah ditetapkan akan tetapi dari sisi akurasi masih rendah karena belum ada suatu metode pembelajaran mesin yang diimplementasikan pada algoritma yang digunakan [10].

Dari sejumlah studi yang ada terkait dengan sistem pemantauan anak umumnya sistem bertindak atas respon terhadap sesuatu yang dilakukan anak misalnya meninggalkan area pengawasan, terjatuh, menangis dan sebagainya. Metode ini memiliki kekurangan dari sisi waktu respon yang dibutuhkan oleh pengawas yang mungkin saja terlambat untuk melakukan tindakan yang diperlukan pada kondisi yang dihadapi anak. Berdasarkan kajian penelitian yang telah dibahas sistem monitoring anak yang dikolaborasikan dengan pengamatan parameter stres pada anak belum banyak dilakukan padahal hal ini sangat penting untuk mengkonfirmasi apakah anak yang dipantau sedang dalam potensi mengalami situasi yang tidak diinginkan sehingga pengawas anak dapat mengambil tindakan pencegahan yang diperlukan.

Menurut definisi umum stres ditandai dengan perubahan reaksi psikologis dari keadaan tenang ke keadaan emosional. Menurut beberapa peneliti stres dibedakan menjadi *eustress* dan *distress*. *Eustress* mengarah ke keadaan emosi yang baik seperti gembira dan bersemangat sementara *distress* mengarah ke emosi negatif, tetapi umumnya istilah stres lebih sering digunakan untuk menggambarkan kondisi emosi yang negatif seperti marah, sedih, gelisah, takut, sakit dan gugup. Banyak hasil penelitian yang menyimpulkan kaitan yang erat antara keadaan stres dengan penurunan kemampuan mengambil keputusan, penurunan kewaspadaan akan situasi lingkungan serta penurunan kinerja kognitif [11].

Penelitian yang dilakukan bertujuan merancang purwarupa sistem monitoring anak yang dikembangkan dalam bentuk perangkat *wearable* yang digunakan pada pergelangan tangan dan dilengkapi dengan beberapa

sensor dan *device* seperti suhu, denyut jantung, sinyal audio (mikrofon), dan modul wifi. Perangkat ini ditujukan untuk digunakan oleh anak selama dalam area pengawasan dalam suatu area tertentu dimana rasio jumlah pengawas tidak sebanding dengan jumlah anak dalam pengawasan misalnya dalam skenario taman bermain, usaha jasa *daycare* (penitipan anak) hingga sekolah PAUD.

Kerangka sistem yang dikembangkan terdiri dari dua entitas sistem yaitu pihak anak, dan pihak pengawas seperti diilustrasikan pada Gambar 1. Di sisi anak, melalui perangkat yang dikenakan pada pergelangan tangan, alat dapat memonitor dan mengumpulkan secara kontinyu data suhu, denyut jantung dan suara dari anak tersebut. Di ujung lain pengawas dapat memantau seluruh anak dalam pengawasannya yang mengenakan perangkat melalui aplikasi yang berjalan di server. Aplikasi yang berjalan di sisi server mengumpulkan seluruh data parameter yang ditransmisikan dari masing-masing perangkat melalui koneksi nirkabel yang menghubungkan antara perangkat dan server untuk selanjutnya digunakan dalam mendeteksi kondisi stres anak menggunakan algoritma pembelajaran mesin berbasis klasifikasi menggunakan metode *Decision Tree* dan *Naive Bayes*. Apabila kondisi stres pada anak terdeteksi oleh sistem, maka informasi peringatan akan disampaikan sistem melalui layar monitor pengawas dan atau pesan sms ke pengasuh untuk dapat ditindaklanjuti pada anak yang bersangkutan.



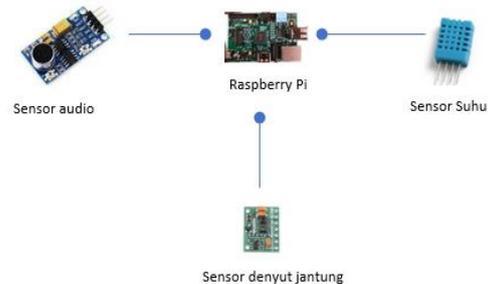
Gambar 1. Diagram Kerangka Sistem Monitoring

## 2. Metode Penelitian

Dalam mencapai tujuan penelitian, penelitian ini akan dibagi menjadi tiga tahap. Secara garis besar tahapan penelitian dijabarkan sebagai berikut.

Pada tahap pertama, penelitian difokuskan untuk membangun perangkat *wearable device* yang terdiri dari sebuah komputer papan tunggal berukuran mikro yang berfungsi sebagai unit pemroses utama dan tempat melekatnya komponen sensor dan modul, komponen sensor yang terdiri dari sensor audio yang berfungsi

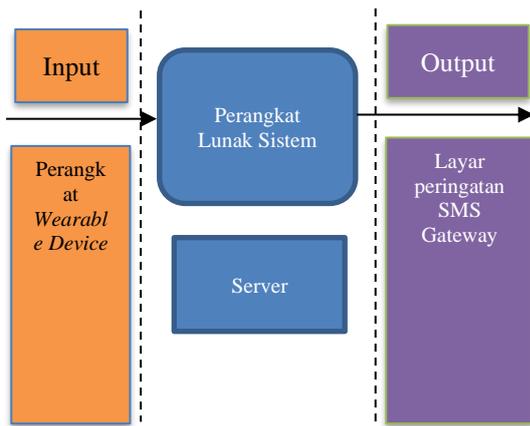
untuk menangkap gelombang suara, sensor denyut jantung untuk menghitung denyut jantung dalam satuan menit (bpm), temperatur sensor untuk mendeteksi suhu tubuh serta *built in* modul yang terdiri dari *bluetooth* dan *Wifi* module untuk dukungan koneksi perangkat *wearable device* ke dalam jaringan komputer. Gambar 2 menunjukkan Arsitektur diagram dari perangkat *wearable device*. Setelah seluruh komponen modul dan sensor berhasil diintegrasikan kegiatan penelitian dilanjutkan dengan melakukan programming komputer mikro raspberry pi zero untuk melakukan kalibrasi parameter dan pembacaan data dari sensor dan modul.



Gambar 2. Arsitektur Diagram Perangkat *Wearable*

Tahap kedua penelitian berlanjut dengan fokus untuk mengembangkan perangkat lunak di sisi server yang berfungsi untuk mengumpulkan dan mengolah data yang dikirim dari perangkat *wearable device*. Dalam mengolah data perangkat lunak dilengkapi dengan algoritma pembelajaran mesin untuk dapat mengidentifikasi keadaan stress pada anak berdasarkan parameter data yang dikumpulkan dari perangkat. Blok diagram yang menggambarkan arsitektur sistem monitoring yang terdiri dari komponen input, server dengan perangkat lunak aplikasi dan komponen output diilustrasikan pada Gambar 3. *Wearable device* yang terdiri dari beragam sensor yaitu sensor suhu, denyut jantung dan suara berperan sebagai komponen input yang mengirimkan data secara kontinyu ke server dan diolah oleh perangkat lunak melalui algoritma pembelajaran mesin yang kemudian dapat memprediksi apabila seorang anak diduga mengalami kondisi stres. Apabila kondisi yang dipantau terjadi, sistem kemudian mentrigger perangkat output untuk memberi peringatan melalui layar monitor dan pesan SMS ke nomor selular yang terdaftar di sistem.

Tahap ketiga penelitian berfokus pada pengujian model deteksi stress yang telah dikembangkan untuk mencari kombinasi terbaik antara metode klasifikasi dalam hal ini menggunakan dua metode yaitu *Decision Tree* dan *Naive Bayes* dengan dataset yang digunakan dalam hal ini dilakukan uji coba menggunakan kombinasi data audio saja, kemudian data denyut jantung dikombinasikan dengan data suhu tubuh dan terakhir data audio dikombinasikan dengan data denyut jantung dan data suhu tubuh



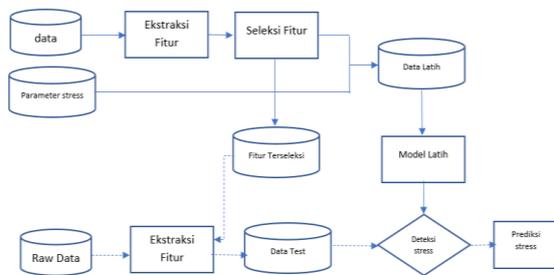
Gambar 3. Blok Diagram Sistem Monitoring

Tabel 1. Interaksi antar komponen dan aksi yang terjadi

Input	Pemicu Abnormalitas	Output	Keterangan
Sensor suhu	Anak dalam keadaan demam	Layar peringatan, SMS Gateway	Ketika sensor suhu pada <i>wearable device</i> mengirimkan informasi suhu yang abnormal, sistem akan menampilkan peringatan ke layar monitor dan pesan SMS ke pengasuh.
Sensor Audio, sensor denyut jantung dan sensor audio	Anak dalam keadaan stress	Layar peringatan, SMS Gateway	Ketika algoritma sistem memprediksi anak dalam keadaan stress melalui hasil deteksi dan klasifikasi pembelajaran mesin. sistem menampilkan notifikasi ke layar monitor pengawas dan mengirim pesan SMS ke pengasuh.

### 2.1. Metode Deteksi Stres

Algoritma yang dikembangkan untuk mendeteksi stres pada anak menggunakan basis pembelajaran mesin melalui parameter data sinyal audio, data suhu tubuh, dan denyut jantung yang dikumpulkan dari *wearable device* yang dikenakan anak. Ringkasan prosedur algoritma yang terdiri dari fase latih dan uji diilustrasikan pada gambar 4. Garis tegas menandakan proses latih dan garis putus-putus menunjukkan proses uji.



Gambar 4. Skema Pembelajaran Mesin Algoritam Deteksi Stres

Dalam proses latih, metode deteksi stres dikembangkan melalui beberapa tahap yaitu pertama melakukan ekstraksi fitur dari *raw data* audio sebagai data deret waktu dengan mengekstrak fitur penting yang mempunyai bobot diskriminatif yang tertinggi terhadap keadaan stress pada anak dan membuang fitur-fitur yang kurang penting. Kemudian setelah itu metode deteksi stres dibangun dengan melatih metode pembelajaran mesin menggunakan nilai data yang disusun dari fitur - fitur hasil ekstraksi yang dipilih dan dipetakan ke label keadaan stress sebagai data latih.

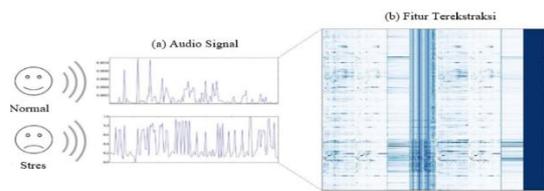
Dalam proses uji, keadaan stress anak ditentukan melalui fase uji yang dilakukan secara kontinyu dan real time menggunakan parameter *raw data* yang dikoleksi dari perangkat *wearable* dan ditransformasikan ke data uji yang terdiri dari fitur-fitur yang dipilih pada proses latih. Prediksi apakah seorang anak mengalami stres atau tidak ditentukan dengan menganalisa data uji menggunakan metode deteksi stres yang dibentuk dari proses latih.

### 2.2. Ekstraksi Fitur

Proses ekstraksi fitur dari sinyal audio merupakan bagian yang sangat penting untuk akurasi deteksi stress. Beragam fitur dapat diekstraksi menggunakan *jAudio* yang merupakan *framework open source* untuk ekstraksi fitur audio berbasis platform Java [12]. Terdapat total 136 fitur audio yang dapat diekstrak melalui *jAudio*, diantara fitur tersebut antara lain yang cukup diskriminatif dalam deteksi stress adalah *Strongest frequency via fast fourier transform* dan *mel-frequency cepstral coeffecient* [13]. Sebagian besar fitur dikalkulasi menggunakan output dari transformasi Fourier diskrit, beberapa yang lain menggunakan beat histogram atau informasi frekuensi dari sinyal raw. Karena beberapa jenis fitur seperti MFCC (Mel Frequency Cepstral Coefficients) dan beat histogram menghasilkan vektor multidimensional, sementara yang lain menghasilkan nilai tunggal seperti Compactness dan Root Mean Square maka nilai-nilai ini perlu digabungkan dengan fungsi agregasi umum seperti mean dan standar deviasi dalam rentang durasi tertentu. Gambar 5 menunjukkan grafik dari sinyal audio dari dua label keadaan ditentukan yaitu keadaan normal dan keadaan stress (a) serta heatmap dari nilai ternormalisasi dari fitur yang diekstrak di sinyal audio setiap 10 detik (b). Dari gambar juga dapat dilihat bahwa dalam keadaan normal amplitudo sinyal audio jauh lebih kecil sekitar 1000 kali lipat dibanding amplitudo sinyal audio dari anak yang sedang mengalami stres.

Selain menggunakan fitur audio dalam menentukan kondisi stress pada anak juga mempertimbangkan parameter denyut jantung dan suhu tubuh. Data denyut jantung dihitung rata-rata setiap sepuluh detik dimana data denyut jantung dihitung sepanjang durasi dua denyut berurutan untuk memperoleh nilai yang lebih

akurat dalam durasi yang pendek sesuai dengan rumus 1.



Gambar 5. Sampel Sinyal Audio (a) dan Fitur Terekstraksi (b) dari Dua Kondisi Psikis Anak Normal dan Stres

$$h1 = \frac{1}{n_{b+1}} \sum_j \frac{60}{b_{j+1} - b_j} \quad (1)$$

dimana  $n_b$  merupakan jumlah total denyut jantung pada iterasi ke  $i$ , dan  $b_j$  menunjukkan waktu dimana denyut jantung ke  $j$  muncul. Parameter suhu tubuh digunakan untuk menentukan apakah seorang anak mengalami stres psikogenik yang menyebabkan kenaikan suhu mendadak dalam waktu singkat.

### 2.3. Proses Latih Model

Metode pembelajaran mesin digunakan untuk mendeteksi dan mengklasifikasi keadaan stres anak dengan menggunakan fitur-fitur yang sudah dipilih. Untuk kebutuhan ini digunakan metode pembelajaran yang umum digunakan yaitu *Decision Tree* dan *Naive Bayes*. Keadaan stres dari seorang anak untuk durasi tertentu dilambangkan dengan  $y_i$ , dimana  $i$  adalah indeks dari durasi dan  $y_i \in \{0,1\}$ , 0 melambangkan keadaan normal dan 1 melambangkan keadaan stres. Secara default panjang durasi diatur ke 10 detik. Nilai dari fitur yang digunakan untuk durasi ke  $i$  ditampilkan sebagai vektor  $X_i$  yang disusun dari  $x_{i,j}$  dimana  $j$  adalah indeks dari fitur yang digunakan.

*Decision Tree* (DT) dalam model ini menggunakan algoritma C4.5 yang merupakan extension dari ID3 untuk menangani fitur audio yang merupakan data time series yang sifatnya kontinu sedangkan Naive Bayes (NB) digunakan untuk melakukan komputasi probabilitas dari variabel  $X_i$  yang diberikan ada didalam  $y_i$ . Probabilitas dari fitur diestimasi dari data menggunakan estimasi kemiripan maksimum.

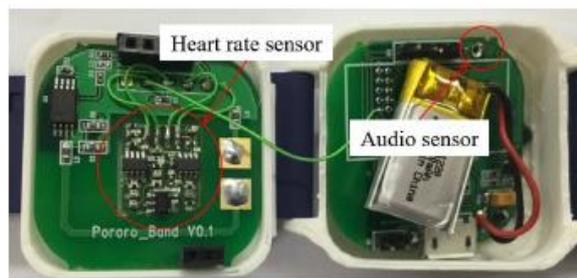
## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Purwarupa Sistem Monitoring Anak

Purwarupa *wearable device* ini dibangun dengan menggunakan komputer papan tunggal mikro Raspberry PI Zero W dengan *built in wifi module*. Modul eksternal tambahan yang digunakan adalah modul sensor audio (Max9814), modul sensor denyut jantung (Max30100), dan modul sensor suhu (DHT11). Setelah dirakit keseluruhan perangkat dibungkus dengan casing dan strap sehingga menyerupai bentuk jam tangan untuk digunakan di pergelangan tangan. Gambar 6 menampilkan bentuk eksternal dan gambar 7 menampilkan internal dari perangkat.



Gambar 6. Tampilan Eksternal dari Perangkat *wearable*

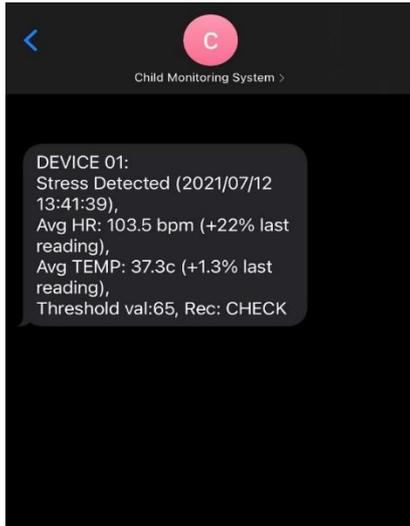


Gambar 7. Bagian internal dari Perangkat *Wearable*

*Wearable device* yang digunakan mengumpulkan data parameter audio, denyut jantung dan suhu dari anak yang mengenakannya melalui sensor-sensor yang ada pada perangkat kemudian data tersebut ditransmisikan ke server melalui koneksi wifi yang menghubungkan antara perangkat dan aplikasi di server. Data parameter berupa suhu dan denyut jantung yang ditransmisikan dapat dimonitor secara langsung melalui aplikasi yang juga sekaligus menyimpannya pada basis data. Untuk data audio, yang tersimpan pada basis data adalah hasil ekstraksi fitur yang dilakukan aplikasi menggunakan pustaka *jaudio*. Dengan adanya kemampuan monitor secara langsung seperti yang ditunjukkan pada gambar 8 memungkinkan admin pengawas untuk dapat langsung menindaklanjuti kedaruratan yang terdeteksi melalui parameter tidak normal dari anak yang diawasi tanpa perlu menunggu hasil deteksi stres dari sistem. misalnya anak mengalami demam yang ditandai dengan suhu tubuh yang tinggi. Selanjutnya menggunakan dataset yang dibentuk dari basis data, algoritma pembelajaran mesin yang menggunakan klasifier *Decision Tree* dan *Naive Bayes* diimplementasikan untuk menentukan apakah keadaan stres terjadi pada anak. Apabila sistem mendeteksi anak mengalami stres maka aplikasi akan menampilkan notifikasi bagi admin melalui aplikasi dan juga pesan SMS ke ponsel pengasuh yang telah didaftarkan sebelumnya pada aplikasi seperti yang ditampilkan pada gambar 9. Peranan sistem disini adalah memantau anak yang diduga mengalami stres dan menginformasikannya kepada pengawas anak untuk selanjutnya dapat dimonitor lebih seksama secara personal sebagai pencegahan dari keadaan yang tidak diinginkan.

Device 1 COM3	MAC address	Date Time	Suhu	Denyut (bpm)	Status	Threshold Value
94E77F9B00	94E77F9B00	2021-07-03 11:29...	35.9	75.3	NORMAL	37
94E77F9B00	94E77F9B00	2021-07-03 11:30...	35.9	74.8	NORMAL	38
94E77F9B00	94E77F9B00	2021-07-03 11:31...	35.9	74.9	NORMAL	40
94E77F9B00	94E77F9B00	2021-07-03 11:32...	36.1	74.6	NORMAL	38
94E77F9B00	94E77F9B00	2021-07-03 11:33...	35.9	74.1	NORMAL	37
94E77F9B00	94E77F9B00	2021-07-03 11:34...	36.1	73.9	NORMAL	38

Gambar 8. Aplikasi Monitoring Anak



Gambar 9. Pesan SMS Output dari Sistem

### 3.2. Pengujian Sistem

Pengujian sistem dilakukan untuk menilai kinerja dari model deteksi stres yang dikembangkan. Untuk kebutuhan evaluasi ini dikumpulkan data riil yang terdiri dari data sinyal audio, suhu dan detak jantung dari responden yang merupakan anak-anak balita di taman bermain di kota Makassar. Koleksi data dibagi dalam satuan rekaman dengan durasi 10 detik. Jumlah data terdiri dari 227 data yang terbagi sebanyak 121 data yang dilabelkan sebagai keadaan stress dan 106 data dengan label keadaan normal. Beberapa asumsi yang digunakan untuk menentukan label keadaan stress pada anak antara lain anak yang menangis diberi label sebagai keadaan stress, memiliki detak jantung dan suhu yang tiba-tiba meningkat juga diberi label sebagai keadaan stress, pengecualian untuk anak yang memiliki detak jantung meningkat dan teriak gembira diklasifikasi sebagai keadaan normal. Selanjutnya untuk mengukur kinerja model dilakukan perhitungan akurasi yang umum digunakan pada klasifikasi yaitu menentukan nilai rasio dari berapa banyak output yang hasil klasifikasinya benar dibanding dengan keseluruhan output klasifikasi yang dihasilkan seperti yang ditunjukkan pada rumus 2 dimana TP (True Positive) melambangkan positif asli, FP (False Positive)

melambangkan positif palsu, FN (False Negative) melambangkan negatif palsu dan TN (True Negative) yang melambangkan negatif asli [14].

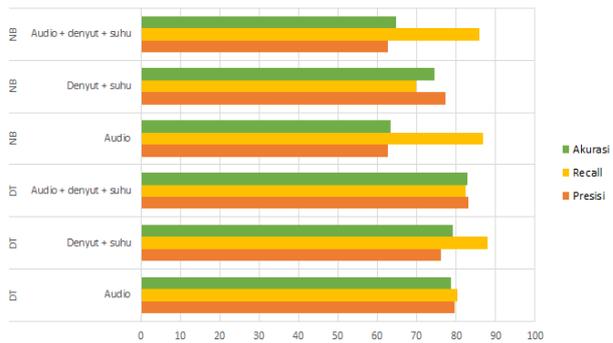
$$Akurasi = \frac{TP+TN}{TP+FP+FN+TN} \quad (2)$$

TP menyatakan keadaan dimana hasil prediksi dan kondisi sebenarnya menunjukkan anak dalam kondisi stres, FP menyatakan keadaan dimana hasil prediksi menyatakan kondisi anak dalam keadaan stres tetapi aktualnya anak berada dalam kondisi yang normal, FN menyatakan keadaan dimana hasil prediksi menyatakan anak dalam keadaan normal tetapi kenyataannya berada dalam keadaan stres, dan terakhir TN menyatakan keadaan dimana hasil prediksi dan keadaan sebenarnya dari seorang anak adalah normal. Untuk mendapatkan evaluasi yang lebih detail terhadap model yang dikembangkan selain nilai akurasi juga dihitung nilai recall dan presisi. Recall menggambarkan seberapa baik model yang dikembangkan dengan menghitung rasio dari jumlah data yang dilabelkan dengan benar berbanding seluruh data anak yang secara aktual berada dalam keadaan stres dengan rumus 3. Presisi menghitung nilai rasio dari jumlah data yang dilabelkan dengan benar berbanding seluruh data yang diprediksikan sebagai keadaan stress dengan rumus 4.

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (3)$$

$$Presisi = \frac{TP}{TP+FP} \quad (4)$$

Hasil pengujian yang dilakukan menggunakan kriteria evaluasi akurasi, recall dan presisi terhadap model yang dikembangkan masing-masing dilakukan perbandingan terhadap dua metode pembelajaran mesin yang digunakan yaitu Decision Tree (DT) dan Naive Bayes (NB) dan terhadap jenis data yang digunakan, pertama hanya menggunakan data audio, kemudian denyut jantung dan suhu dan terakhir menggunakan audio, denyut jantung dan suhu. Hasil dari pengujian disajikan dalam bentuk diagram pada Gambar 10.



Gambar 10. Hasil Evaluasi Model Pembelajaran Mesin

Berdasarkan hasil yang diperoleh akurasi terbaik sebesar 82,8 didapatkan dengan menerapkan kombinasi data audio, denyut jantung dan suhu dengan metode

klasifikasi DT sedangkan akurasi terburuk 63,3 didapatkan pada metode klasifikasi NB dengan menggunakan hanya data audio saja. Secara umum akurasi rata-rata dari semua jenis data yang digunakan metode DT lebih baik dibandingkan metode NB dengan akurasi 80,2 berbanding 67,5. Margin antara *recall* dan presisi pada metode NB terlihat lebih lebar dibanding metode DT. Hal ini disebabkan kecendrungan metode NB yang lebih banyak menghasilkan positif palsu dibandingkan dengan metode DT. Secara umum dari hasil evaluasi diperoleh ketika parameter denyut jantung dan suhu dikombinasikan dengan parameter audio akan meningkatkan akurasi dibandingkan hanya mengandalkan parameter audio saja yang lebih rentan karena faktor noise dari lingkungan pada saat proses akuisisinya.

#### 4. Kesimpulan

Dalam penelitian ini telah berhasil dikembangkan sistem monitoring dan deteksi stres pada anak melalui perangkat *wearable* yang dikenakan pada pergelangan tangan. Arsitektur sistem berbasis client-server memungkinkan komunikasi antara perangkat *wearable* dengan server melalui koneksi nirkabel. Melalui data sinyal audio, denyut jantung dan suhu yang diperoleh dari sensor yang disematkan pada perangkat, aplikasi sistem monitoring dapat mengumpulkan data dan kemudian melalui algoritma pembelajaran mesin yang diimplementasikan pada aplikasi, sistem dapat memprediksi bila anak yang dimonitor dalam kondisi stress dan kemudian memberi informasi kepada pengawas anak melalui aplikasi atau pesan SMS.

Algoritma deteksi stres yang dikembangkan terdiri dari dua fase yaitu fase latih dan fase uji menggunakan metode klasifikasi *Decision Tree* dan *Naive Bayes*. Dari hasil pengujian dan evaluasi yang dilakukan algoritma *Decision Tree* menunjukkan performa yang lebih baik dalam hal akurasi rata-rata yang lebih baik dibandingkan dengan *Naive Bayes* sebesar 80,2 berbanding 67,5 persen. Akurasi terbaik diperoleh dengan menggunakan tiga parameter data yaitu audio, denyut jantung dan suhu dibanding menggunakan hanya salah satu atau dua parameter diantaranya saja. Untuk pengembangan dalam penelitian berikutnya pemanfaatan sensor tambahan dapat dipertimbangkan untuk meningkatkan kemampuan monitoring sistem untuk berbagai kondisi bahaya yang mungkin dihadapi oleh anak dalam lingkungan pengawasan.

#### Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Atma Jaya Makassar atas dukungan dana bagi terlaksananya penelitian ini.

#### Daftar Rujukan

- [1] N. Senthilarasi, N. D. Bharathi, D. Ezhilarasi, and R. B. Sangavi, "Child Safety Monitoring System Based on IoT," in *Journal of Physics: Conference Series*, 2019.  
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1362/1/012012>
- [2] E. Rustan and S. Subhan, "Komunikasi Verbal Anak Pesisir Usia 7-8 Tahun Pada Transaksi Penjualan Produk Kebudayaan Dengan Turis Mancanegara," *JPUD - J. Pendidik. Usia Dini*, 2018.  
<https://doi.org/10.21009//JPUD.121.02>
- [3] A. Saranya, C. Venkatesh, and S. S. Kumar, "Design And Implementation of Automatic Child Monitoring (ACM) System Using Wireless Network," *Int. J. Comput. Sci. Mob. Comput.*, vol. 5, no. 4, pp. 356–363, 2016.
- [4] J. Megha, R. Shwetha, and M. R. Umamaheshwari, "SKMS : School Kids Monitoring System," *Int. J. Comput. Sci. Mob. Comput.*, vol. 7, no. 4, pp. 148–152, 2018.
- [5] S. K. Punjabi, S. Chaure, U. Ravale, and D. Reddy, "Smart Intelligent System for Women and Child Security," in *2018 IEEE 9th Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference, IEMCON 2018*, 2019.  
<https://doi.org/10.1109/IEMCON.2018.8614929>
- [6] H. Utari and Y. S. Triana, "Sistem Informasi Monitoring Siswa Menggunakan SMS Gateway," *J. RESTI (Rekayasa Sist. dan Teknol. Informasi)*, 2019.  
<https://doi.org/10.29207/resti.v3i3.916>
- [7] P. Chyan, "Automatic Monitoring System For The Elderly Based On Internet Of Things," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, 2021.  
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/1088/1/012041>
- [8] W. S. Limantoro and C. Fatchah, "Rancang Bangun Aplikasi Pendeteksi Suara Tangisan Bayi," *J. Tek. ITS*, 2016.  
<http://dx.doi.org/10.12962/j23373539.v5i2.17817>
- [9] R. H. Prasetyo, "Sistem Identifikasi Arti Tangisan Bayi Menggunakan Metode Mfcc, Dwt Dan Knn pada Raspberry Pi," vol. 7, no. 2, pp. 6–28, 2020.
- [10] W. T. Bakti and N. K. Wardati, "Alat Deteksi Tingkat Stres Manusia Berbasis Android Berdasarkan Suhu Tubuh, Heart Rate Dan Galvanic Skin Response (GSR)," *J. Tek. Elektro dan Komputasi*, 2019.  
<https://doi.org/10.32528/elkom.v1i2.3089>
- [11] J. A. Healey, R.W. Picard, "Detecting Stress During Real-World Driving Tasks Using Physiological Sensors," *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 2005.  
<https://doi.org/10.1109/TITS.2005.848368>
- [12] Y. Ospitia Medina, S. Baldassarri, and J. R. Beltrán, "High-level Libraries For Emotion Recognition in Music: A Review," in *Communications in Computer and Information Science*, 2019.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-030-05270-6\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-05270-6_12)
- [13] K. Tomba, J. Dumoulin, E. Mugellini, O. A. Khaled, and S. Hawila, "Stress Detection Through Speech Analysis," in *ICETE 2018 - Proceedings of the 15th International Joint Conference on e-Business and Telecommunications*, 2018.
- [14] T. Saito and M. Rehmsmeier, "Precrec: Fast And Accurate Precision-Recall And Roc Curve Calculations in R," *Bioinformatics*, 2017.  
<https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btw570>