

Integrasi Sensor Multi-Modal pada Ikat Pinggang *Smart* sebagai Perlindungan Penculikan Anak

SUWATRI JURA, ABDUL JALIL, HERY ILHAMSYAH JUSMAN, MUHAMMAD FIRMAN

Universitas Handayani Makassar, Indonesia
Email: suwatrijura@handayani.ac.id

Received 1 September 2023 | *Revised* 6 November 2023 | *Accepted* 3 Desember 2023

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah membangun ikat pinggang smart yang dapat digunakan untuk mendeteksi dini ketika terjadi penculikan anak. Metode yang digunakan untuk mendeteksi dini penculikan anak adalah berdasarkan input data dari integrasi sensor multi-modal dan Global Positioning System (GPS) yang dapat terhubung ke smartphone orang tua menggunakan jaringan telephone berbasis SIM800L. Adapun sensor multi-modal yang digunakan untuk mendeteksi keadaan pergerakan anomali anak ketika terjadi penculikan adalah sensor IMU, getar, dan push button. Pada penelitian ini, kami menggunakan mikrokontroler ESP32 untuk mengolah data sensor multi-modal dan GPS, kemudian SIM800L untuk mengirim kondisi dan posisi anak ke smartphone orang tua melalui panggilan telephone dan Short Message Service (SMS). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ikat pinggang smart dapat mendeteksi kondisi anak dengan tiga level informasi, yaitu "aman", "hati-hati", dan "penculikan", serta dapat memberi peringatan ke smartphone orang tua pada kondisi hati-hati dan penculikan.

Kata kunci: *Sensor Multi-Modal, Ikat Pinggang Smart, Penculikan Anak.*

ABSTRACT

This study aims to build a smart belt that can be used for early identification when child abduction occurs. The method used for early detection of child abductions is based on data input from integrating multi-modal sensors and Global Positioning System (GPS), which can be connected to the child's parent's smartphone via a SIM800L-based mobile phone network. The multi-modal sensors used to detect the anomaly of children's movements when abduction occurs are IMU, vibration, and push button sensors. In this study, we used an ESP32 microcontroller to process the multi-modal sensor and GPS data, then SIM800L to send the child's condition and position to the parent's smartphone via phone calling and Short Message Service (SMS). The results of this research show that smart belts can detect a child's condition with three levels of information, namely "safe", "caution", and "abduction", and can provide warnings to parents' smartphones regarding caution and abduction.

Keywords: *Multi-Modal Sensor, Smart Belt, Child Abduction.*

1. PENDAHULUAN

Anak merupakan buah hati keluarga dan generasi penerus bagi masyarakat, bangsa, dan negara. Maraknya isu dan kejadian penculikan anak telah meresahkan masyarakat sehingga menyebabkan orang tua tidak nyaman ketika anak mereka sedang melakukan aktivitas di luar rumah, seperti berangkat ke sekolah, pulang dari sekolah, bermain di halaman, serta melakukan aktivitas lainnya di luar rumah. Salah satu peran pemerintah dalam meredam kasus penculikan anak adalah dengan cara aktif menghimbau kepada orang tua untuk meningkatkan pengawasan terhadap anak serta bekerjasama dengan berbagai instansi untuk meningkatkan keamanan di tengah masyarakat. Namun, terbatasnya kemampuan orang tua dalam memantau kegiatan anak serta kemampuan teknologi dalam mencegah dini penculikan anak menjadi salah satu permasalahan yang ada di tengah masyarakat, sehingga permasalahan ini merupakan hal urgen yang akan diselesaikan dalam penelitian ini.

Beberapa peneliti telah mengembangkan perangkat teknologi yang dapat digunakan untuk mencegah terjadinya penculikan anak, seperti menggunakan gelang anti pencurian dan perangkat berbasis *Global Positioning System* (GPS). Muawwal et.al. telah mengimplementasikan teknologi *GPS tracking smartphone* sebagai aplikasi monitoring anak (**Muawwal & Zaman, 2017**). Pada penelitian tersebut, pengguna atau orang tua dapat melacak posisi anak berdasarkan titik lokasi koordinat GPS terakhir yang dikirim dari aplikasi *smartphone* anak ke *database server*, selanjutnya orang tua dapat melihat posisi anak menggunakan aplikasi Google Maps. Aman telah mengembangkan aplikasi *history GPS tracker* berbasis web pada *handphone* untuk melacak keberadaan anak ketika terjadi suatu penculikan (**Aman, 2018**). Peneliti tersebut telah mengembangkan sebuah aplikasi yang dapat melacak keberadaan anak atau orang berdasarkan titik *latitude* dan *longitude* GPS yang dapat diakses menggunakan website. Lihin et.al. telah mengimplementasikan web *service* dan Google API untuk memonitoring lokasi anak menggunakan SMS berbasis Android (**Lihin & Shita, 2015**). Studi tersebut telah memanfaatkan SMS pada *smartphone* anak untuk mengirim informasi data lokasi GPS ke server, selanjutnya orang tua anak dapat memonitoring keberadaan anak dengan mengakses server tersebut melalui *website*, kemudian melacak keberadaan anak dengan memanfaatkan teknologi Google API.

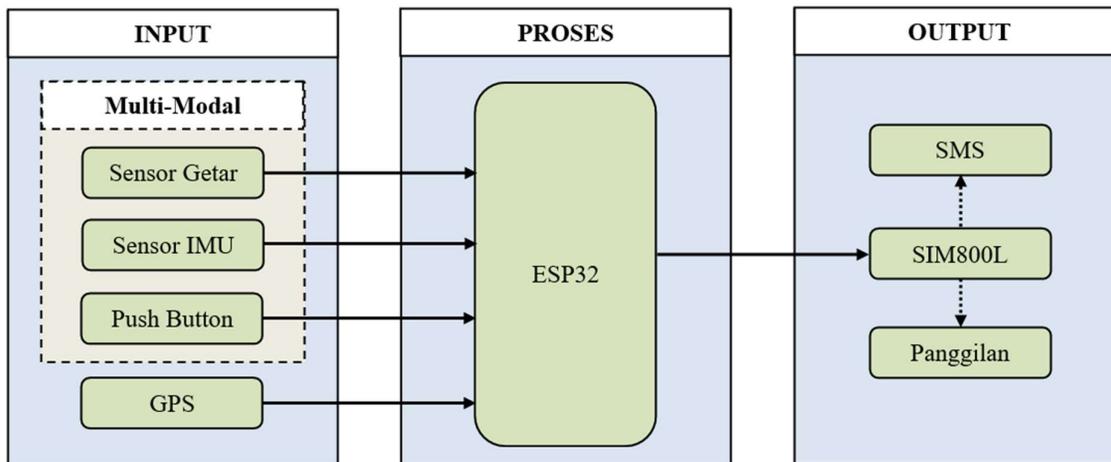
Selain itu, pemanfaatan gelang sebagai alat untuk mencegah terjadinya penculikan bayi telah diterapkan oleh Suharinto (**Suharinto, 2019**). Peneliti tersebut telah membangun prototipe gelang anti pencurian yang dipasang pada lengan bayi dengan memanfaatkan teknologi Bluetooth yang terpasang pada gelang pemancar (*slave*) dan modul penerima (*master*). Qorib et.al. telah merancang bangun sebuah sistem deteksi posisi dengan memanfaatkan GPS pada *smartphone* berbasis Google maps yang diterapkan untuk memantau keberadaan anak dan remaja (**Qorib, dkk, 2018**). Pada penelitian tersebut, para peneliti telah merancang sebuah aplikasi yang dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan anak atau remaja menggunakan layanan *website* berdasarkan informasi data GPS yang dikirim dari *smartphone* anak ke web server menggunakan jaringan Internet. Selanjutnya, Sembiring et.al. telah merancang alat pelacak lokasi dalam mengantisipasi penculikan anak menggunakan Arduino Uno 3 (**Sembiring & Muliono, 2019**). Para peneliti pada studi tersebut telah memanfaatkan GPS, modul GSM SIM808 EVB V3.2, dan Arduino Uno R3 sebagai perangkat yang dapat digunakan untuk mengirim informasi titik lokasi anak ketika orang tua mengirim *Short Message Service* (SMS) ke perangkat kontrol.

Berdasarkan informasi penelitian yang telah diterapkan oleh beberapa peneliti, dapat dilihat bahwa perangkat serta sistem yang telah dibangun belum dapat mengirim informasi keadaan anak secara otomatis kepada orang tua ketika terjadi penculikan pada anak. Sehingga orang tua hanya dapat mendeteksi posisi terakhir anak berdasarkan informasi GPS ketika penculikan telah terjadi. Tujuan penelitian ini adalah membangun ikat pinggang *smart* yang dapat

digunakan untuk mengirim kondisi anak secara otomatis kepada orang tua ketika terjadi penculikan atau hal yang tidak diinginkan terhadap anak tanpa harus menekan tombol. Ikat pinggang *smart* tersebut dibangun menggunakan sensor multi-modal yang saling terintegrasi sebagai media *input* informasi secara otomatis, GPS untuk mendeteksi lokasi keberadaan anak, panggilan telephone untuk memberi peringatan dini kepada orang tua, serta SMS untuk mengirim keadaan serta lokasi anak menggunakan jaringan *mobile phone*. Kelebihan ikat pinggang *smart* yang dibangun pada penelitian ini adalah dapat mengirim informasi keadaan anak secara otomatis kepada orang tua ketika terjadi penculikan atau hal yang tidak diinginkan tanpa harus menekan tombol secara manual sehingga dapat mencegah dini terjadinya tindak penculikan anak.

2. METODE

Pada penelitian ini, kami membangun sebuah ikat pinggang *smart* yang dapat digunakan untuk mendeteksi dini ketika terjadi penculikan anak berdasarkan *input* informasi dari integrasi sensor multi-modal dan GSM. Sensor multi-modal adalah integrasi antar sensor yang saling terhubung sehingga membentuk sebuah modul sensor baru (Suparno & Jalil, 2021). Dalam membangun ikat pinggang *smart*, kami telah mendesain arsitektur sistem perangkat sehingga ikat pinggang *smart* yang dibangun pada penelitian ini dapat digunakan untuk mendeteksi dini ketika terjadi penculikan atau hal yang tidak diinginkan terhadap anak. Gambar 1 berikut ini merupakan desain arsitektur sistem yang kami bangun untuk membuat perangkat ikat pinggang *smart*.



Gambar 1. Arsitektur Sistem

Berdasarkan informasi dari gambar arsitektur sistem, dapat dilihat bahwa pada bagian *input* terdapat sensor multi-modal yang di dalamnya terdiri dari sensor getar, sensor IMU, dan *push button*. Sensor getar adalah modul sensor yang dapat menghasilkan keluaran logika *High* pada saat mendeteksi getaran (Alam, dkk, 2020). Sensor IMU adalah sensor yang digunakan untuk mengukur kecepatan, orientasi, dan gaya gravitasi dengan menggunakan *accelerometer* dan *gyroscope* (Kurniawan & Rivai, 2018). *Push button* merupakan suatu komponen elektronika yang dapat memutuskan dan menghubungkan arus listrik yang dilengkapi dengan katup sebagai pengganti tombol (Saleh & Haryanti, 2017). Selanjutnya pada bagian *input* terdapat GPS yang merupakan perangkat sistem navigasi satelit yang menyediakan informasi lokasi dan waktu (Suroso & Seta, 2021). Pada bagian proses, terdapat mikrokontroler ESP32 yang berfungsi sebagai pusat pengolahan data. ESP32 merupakan mikrokontroler jenis SoC (*System on Chip*)

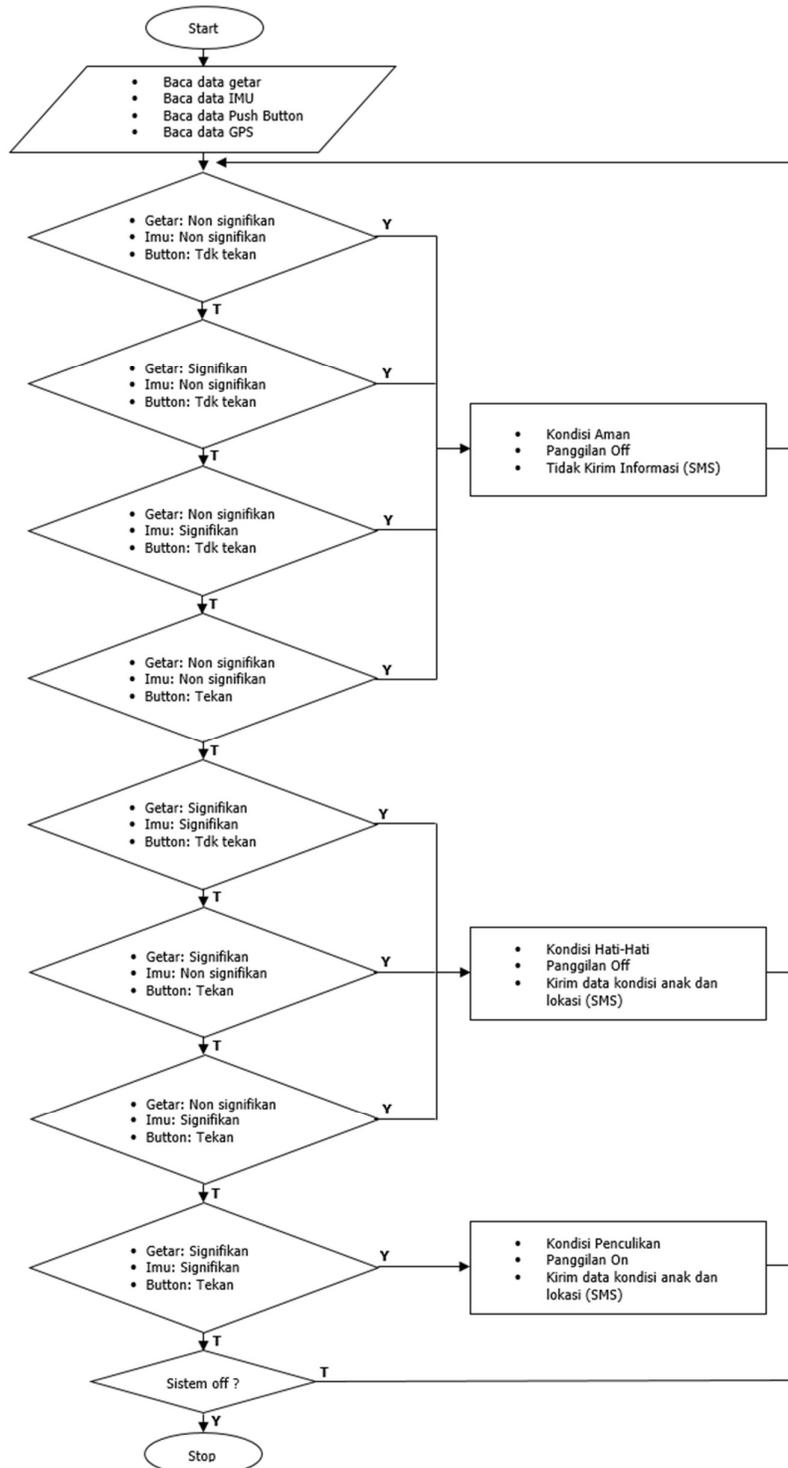
terpadu yang memiliki modul Wifi dan Bluetooth pada *board*-nya (Nizam, dkk, 2022), serta dapat berfungsi untuk mengendalikan perangkat kontrol berbasis Internet of Things (Ali, dkk, 2021). Selanjutnya pada *output* terdapat SIM800L yang memiliki kemampuan untuk mengirim SMS, membuat panggilan, dan mengirim data melalui GPRS dan Internet (Pangestu, dkk, 2018). Adapun fungsi SMS pada bagian *output* adalah untuk mengirimkan pesan dalam bentuk teks pada jaringan seluler. SMS merupakan salah satu bentuk komunikasi yang dapat dilakukan antar perangkat *mobile* dalam bentuk teks atau tulisan melalui perangkat bergerak atau *mobile device* (Afrina & Ibrahim, 2015). Kemudian, pada bagian *output* terdapat panggilan yang berfungsi untuk memanggil perangkat *mobile* orang tua secara darurat ketika ikat pinggang *smart* mendeteksi terjadinya penculikan pada anak.

Pada ikat pinggang *smart* yang dibangun, fungsi sensor getar pada bagian *input* adalah untuk mendeteksi pergerakan anak pada saat sedang meronta-ronta, dimana sensor getar ini akan mendeteksi frekuensi getaran yang tinggi pada saat terjadi penculikan dibandingkan ketika anak sedang melakukan aktivitas normal. Adapun fungsi sensor IMU adalah untuk mendeteksi sudut pergerakan anak pada saat duduk, berdiri, telungkup, dan berbaring, sehingga perangkat dapat mendeteksi posisi anak ketika sedang terjadi penculikan. Fungsi sensor *push button* pada ikat pinggang *smart* adalah untuk mendeteksi ketika terjadi tekanan pada bagian pinggang anak, sehingga ketika terjadi penculikan, sensor ini akan memberikan informasi jika anak sedang dalam kondisi yang tidak normal. Selanjutnya, fungsi GPS adalah untuk memberikan informasi titik lokasi koordinat anak, sehingga akan membantu orang tua dan aparat keamanan ketika akan melakukan pelacakan terhadap lokasi anak saat terjadi penculikan. Pada bagian proses, terdapat mikrokontroler ESP32 yang berfungsi untuk mengolah seluruh *input* data dari sensor multi-modal, sehingga ikat pinggang *smart* dapat mendeteksi dan membedakan aktifitas anak ketika dalam kondisi normal dan terjadi penculikan. Selanjutnya, ESP32 juga akan mengolah data GPS untuk dapat dikirim ke *smartphone* orang tua dengan menggunakan modul GSM SIM800L. Adapun fungsi modul GSM SIM800L pada penelitian ini adalah sebagai perangkat modul yang digunakan untuk melakukan panggilan darurat ke perangkat *mobile* orang tua pada saat terjadi penculikan serta mengirim informasi GPS dan kondisi anak ke perangkat *mobile* orang tua dalam bentuk SMS.

Selain melakukan desain perangkat keras berdasarkan informasi dari arsitektur sistem, peneliti juga telah melakukan desain perangkat lunak untuk mengendalikan perangkat ikat pinggang *smart*. Berdasarkan informasi dari Gambar 2, langkah awal yang dilakukan oleh sistem adalah membaca *input* data dari sensor multi-modal, meliputi *input* data dari sensor getar, sensor IMU, sensor *push button*, dan GPS. Selanjutnya, sistem akan mendeteksi frekuensi pergerakan anak berdasarkan *input* informasi dari sensor getar dan IMU, jika sistem mendeteksi terdapat frekuensi getaran yang tidak normal dari anak, kemudian sensor IMU mendeteksi perubahan posisi yang signifikan dari anak, maka sistem mendeteksi terjadi pergerakan anomali pada anak. Selanjutnya, sistem akan mendeteksi *input* dari sensor *push button*, jika sistem mendeteksi terdapat tekanan yang signifikan pada sensor *push button*, maka dapat dipastikan bahwa telah terjadi penculikan terhadap anak.

Langkah selanjutnya yang dilakukan oleh sistem ketika seluruh sensor mendeteksi terjadi hal anomali terhadap anak, sistem kemudian akan membaca *input* data dari GPS, kemudian memerintahkan perangkat untuk melakukan panggilan telepon darurat ke *smartphone* orang tua sebagai bentuk alarm peringatan dini, selanjutnya sistem akan memerintahkan modul GSM SIM800L untuk mengirim informasi kondisi anak serta lokasi anak ke perangkat *smartphone* orang tua menggunakan teks SMS. Selanjutnya, sistem yang sedang berjalan pada ikat pinggang *smart* akan terus mengirim pesan SMS kepada orang tua untuk memberikan informasi keadaan anak serta lokasi anak hingga perangkat ikat pinggang *smart* yang terdapat pada anak dinon-aktifkan. Adapun perangkat lunak yang digunakan pada penelitian ini untuk dapat mendeteksi lokasi keberadaan anak adalah dengan memanfaatkan layanan Google maps yang

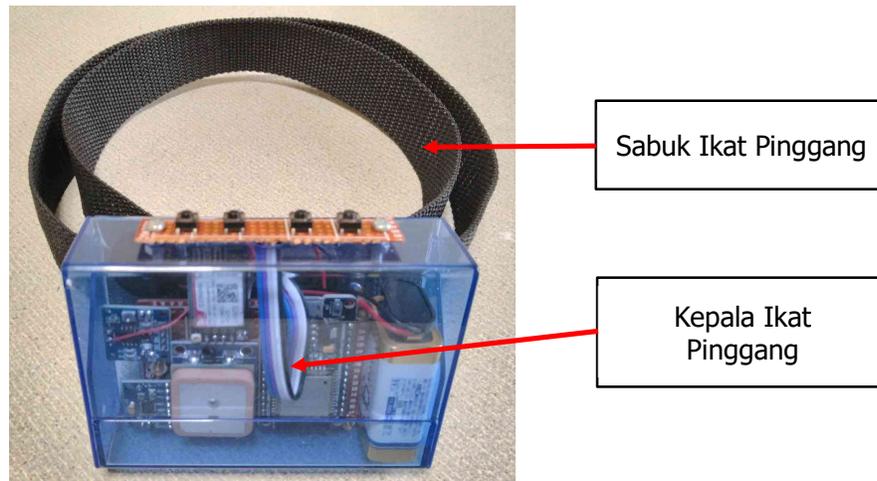
terdapat pada *smartphone* sehingga akan memudahkan orang tua dalam melacak keberadaan anak secara *real-time*. Gambar 2 berikut ini adalah *flowchart* sistem yang dibangun untuk mengendalikan perangkat ikat pinggang *smart*.



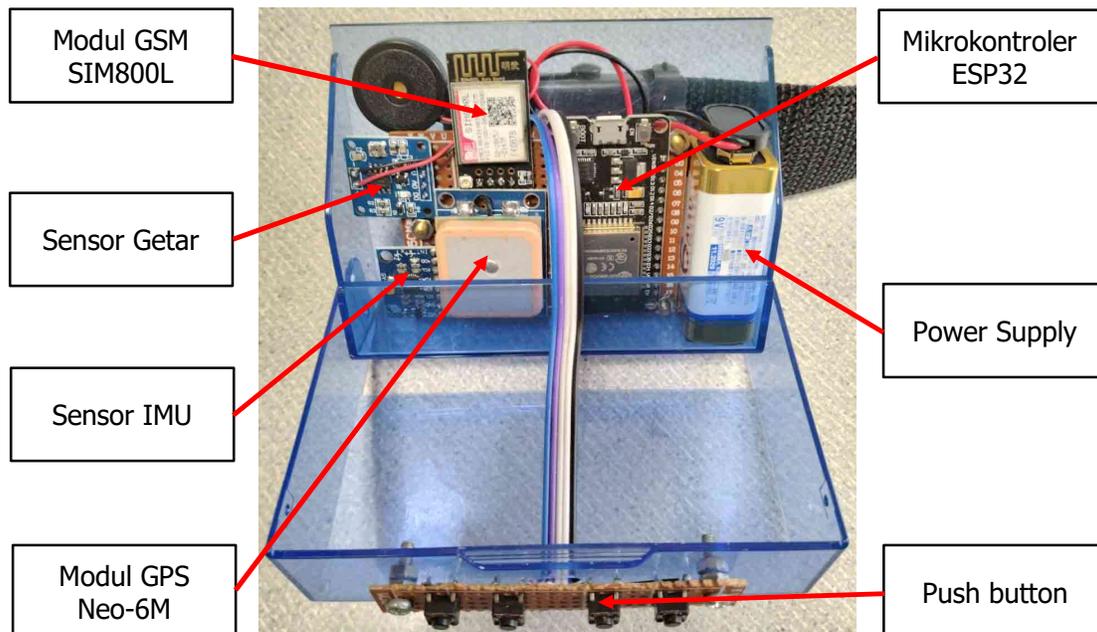
Gambar 2. *Flowchart* Sistem

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancang bangun ikat pinggang *smart* yang dapat digunakan untuk mendeteksi dini ketika terjadi penculikan anak telah diterapkan pada penelitian. Kami menggunakan teknologi sensor multi-modal untuk mendeteksi pergerakan anomali pada anak ketika terjadi hal yang tidak diinginkan atau ketika terjadi penculikan. Pada penelitian ini, kami telah merancang perangkat keras sistem hingga seluruh komponen dapat dirakit sehingga menghasilkan sebuah ikat pinggang *smart* yang dapat digunakan untuk mendeteksi penculikan anak sejak dini. Gambar 3 berikut merupakan hasil ikat pinggang *smart* yang telah dibangun pada penelitian ini, dan Gambar 4 menunjukkan komponen-komponen yang digunakan untuk membangun ikat pinggang *smart*.



Gambar 3. Hasil Perancangan Ikat Pinggang *Smart*



Gambar 4. Komponen Perangkat Pada Ikat Pinggang *Smart*

Berdasarkan informasi dari Gambar 3 dapat dilihat hasil perancangan ikat pinggang *smart* yang dapat digunakan untuk mendeteksi dini ketika terjadi penculikan anak. Pada bagian kepala ikat pinggang, seluruh komponen yang digunakan untuk mendeteksi pergerakan anomali anak diletakkan pada bagian dalam kepala ikat pinggang, selanjutnya sensor multi modal (IMU, getar, *push button*) yang terdapat pada ikat pinggang akan mendeteksi pergerakan anak kemudian mengirim datanya ke mikrokontroler ESP32 untuk di proses. Selanjutnya, Gambar 4 memperlihatkan tata letak komponen perangkat keras pada kepala ikat pinggang *smart*. Berdasarkan informasi Gambar 4, terdapat sensor multi-modal yang digunakan untuk mendeteksi pergerakan anomali anak, yaitu sensor getar, sensor IMU, dan *push button*. Fungsi sensor getar pada ikat pinggang *smart* yang dibangun adalah untuk mendeteksi frekuensi getaran anak pada saat melakukan aktivitas, selanjutnya sensor IMU akan mendeteksi sudut gerak anak agar dapat mendeteksi ketika anak dalam posisi berdiri, duduk, dan berbaring. Kemudian sensor *push button* berfungsi untuk mendeteksi ketika terjadi tekanan pada bagian pinggang anak sebagai indikator ketika terjadi penculikan.

Adapun fungsi modul GPS Neo-6M adalah untuk mendeteksi lokasi keberadaan anak dengan membaca titik *Latitude* dan *Longitude* GPS, selanjutnya fungsi modul GSM SIM800L adalah perangkat yang digunakan untuk mengirim data kondisi anak serta lokasi anak melalui SMS ke perangkat *smartphone* orang tua. Pada penelitian ini, kami menggunakan mikrokontroler ESP32 untuk mengolah data sensor multi-modal dalam mendeteksi keadaan anomali anak, kemudian menggunakan power supply battery dengan tegangan 9 Volt DC sebagai sumber tegangan seluruh komponen perangkat keras. Selanjutnya, berdasarkan hasil perancangan ikat pinggang *smart* yang ditampilkan pada Gambar 3, Tabel 1 berikut ini memperlihatkan detail dari ukuran kepala ikat pinggang, panjang tali ikat pinggang, serta berat ikat pinggang yang telah dibangun.

Tabel 1. Informasi Ukuran dan Berat Ikat Pinggang *Smart*

Perangkat Ikat Pinggang	Informasi	Hasil Pengukuran
Kepala ikat pinggang	Panjang	10 Cm
	Lebar	7 Cm
	Tinggi	3 Cm
Sabuk ikat pinggang	Panjang sabuk	100 Cm
Ikat Pinggang	Berat perangkat	240 Gram

Berdasarkan informasi yang ditampilkan oleh Tabel 1, dapat dilihat bahwa ukuran panjang dari kepala ikat pinggang *smart* adalah 10 Cm, lebar 7 Cm, dan tinggi 3 Cm, sehingga total ukuran volume dari kepala ikat pinggang yang digunakan untuk meletakkan seluruh perangkat kendali ikat pinggang adalah 210 Cm. Selanjutnya, panjang tali ikat pinggang *smart* yang telah didesain adalah 100 Cm, dengan total berat secara keseluruhan (kepala ikat pinggang dan tali ikat pinggang) adalah 240 gram.

Pada penelitian ini, kami telah melakukan ujicoba penggunaan ikat pinggang *smart* yang dapat digunakan untuk mendeteksi pergerakan dan kondisi anak, dimana kami menganalisa kondisi anak pada saat aman, hati-hati, dan penculikan. Pada uji coba kondisi aman, anak akan melakukan aktivitas berjalan dan bermain dengan frekuensi pergerakan tubuh normal, sehingga sensor multi-modal akan mendeteksi pergerakan anak yang tidak signifikan. Selanjutnya, pada kondisi hati-hati, kami menganalisa ketika anak melakukan aktifitas dengan pergerakan tubuh yang signifikan, seperti berlari, melompat, dan bermain. Pada kondisi ini, sensor multi-modal akan membaca pergerakan anak dengan perubahan data yang cukup signifikan. Terakhir, kami menguji perangkat pada saat terjadi skenario penculikan anak, dimana pada ujicoba tersebut, tubuh anak akan digendong, kemudian anak akan melakukan

perlawanan dengan cara meronta-ronta, berteriak, dan akan berlari kencang. Pada kondisi ini, sensor multi-modal akan mendeteksi pergerakan tubuh anak dengan perubahan data yang sangat signifikan. Berdasarkan ujicoba tersebut, Gambar 5 berikut ini memperlihatkan penerapan ikat pinggang *smart* yang digunakan pada anak ketika sedang melakukan aktivitas.



Gambar 5. (a) Posisi Ikat Pinggang Tampak Luar; (b) Posisi Ikat Pinggang Tampak Dalam.

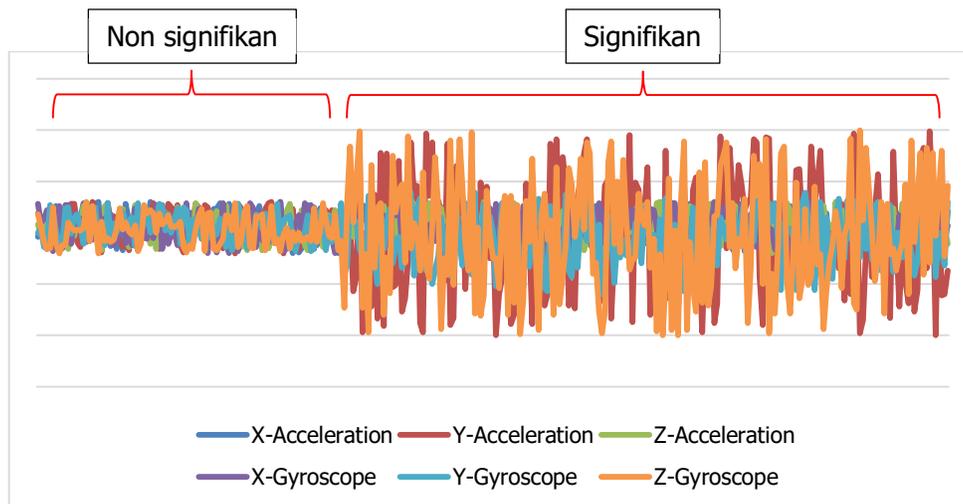
Pada penerapan ikat pinggang *smart*, kami menentukan kondisi anomali anak berdasarkan *input* data dari sensor multi-modal, yaitu kondisi aman, kondisi hati-hati, dan kondisi penculikan. Tabel 2 berikut ini memperlihatkan penentuan kondisi anak ketika sensor multi-modal mendeteksi pergerakan anak.

Tabel 2. Kondisi Anomali Anak Berdasarkan *Input* Data dari Sensor Multi-Modal

Sensor Multi-Modal	Kondisi Sensor	Kondisi Anak	Hasil
Sensor getar	Non Signifikan	Aman	Perangkat tidak mengirim informasi ke orang tua
Sensor IMU	Non Signifikan		
Sensor <i>push button</i>	Tidak tertekan		
Sensor getar	Signifikan	Aman	Perangkat tidak mengirim informasi ke orang tua
Sensor IMU	Non Signifikan		
Sensor <i>push button</i>	Tidak tertekan		
Sensor getar	Non Signifikan	Aman	Perangkat tidak mengirim informasi ke orang tua
Sensor IMU	Signifikan		
Sensor <i>push button</i>	Tidak tertekan		
Sensor getar	Non Signifikan	Aman	Perangkat tidak mengirim informasi ke orang tua
Sensor IMU	Non Signifikan		
Sensor <i>push button</i>	Tertekan		
Sensor getar	Signifikan	Hati-Hati	Perangkat mengirim informasi ke orang tua
Sensor IMU	Signifikan		
Sensor <i>push button</i>	Tidak tertekan		
Sensor getar	Signifikan	Hati-Hati	Perangkat mengirim informasi ke orang tua
Sensor IMU	Non Signifikan		
Sensor <i>push button</i>	Tertekan		
Sensor getar	Non Signifikan	Hati-Hati	Perangkat mengirim informasi ke orang tua
Sensor IMU	Signifikan		
Sensor <i>push button</i>	Tertekan		
Sensor getar	Signifikan	Penculikan	Perangkat mengirim informasi ke orang tua
Sensor IMU	Signifikan		
Sensor <i>push button</i>	Tertekan		

Berdasarkan informasi dari Tabel 2, maksud dari kondisi *input* sensor getar dengan non signifikan adalah ketika sensor getar mendeteksi pergerakan getaran dengan kondisi yang tidak signifikan, seperti ketika anak sedang diam atau dalam posisi berdiri, atau duduk. Selanjutnya, jika kondisi sensor getar dalam keadaan signifikan, maka sensor mendeteksi terjadi getaran yang signifikan pada tubuh anak, seperti saat sedang berlari, melompat, atau meronta-ronta. Adapun maksud dari kondisi *input* sensor IMU non signifikan adalah ketika sensor IMU mendeteksi perubahan sudut pergerakan anak tidak signifikan, yaitu keadaan pada saat anak sedang diam, posisi berdiri, atau duduk. Selanjutnya pada signifikan, sensor IMU mendeteksi terjadi perubahan sudut gerak yang signifikan dari anak, yaitu pada saat anak sedang berlari, melompat, dan meronta-ronta. Selain itu, sensor IMU juga dapat mendeteksi kegiatan anak berdasarkan sudut kegiatan anak, yaitu pada saat sedang berdiri, duduk, dan berbaring. Adapun fungsi dari sensor *push button* pada ikat pinggang *smart* adalah sebagai tambahan *input* indikator untuk dapat memastikan ketika kondisi anak dalam keadaan hati-hati atau penculikan. Dimana sensor *push button* ini akan tertekan ketika anak sedang dalam kondisi duduk atau meronta-ronta, dan tidak tertekan pada saat sedang berdiri dan berjalan.

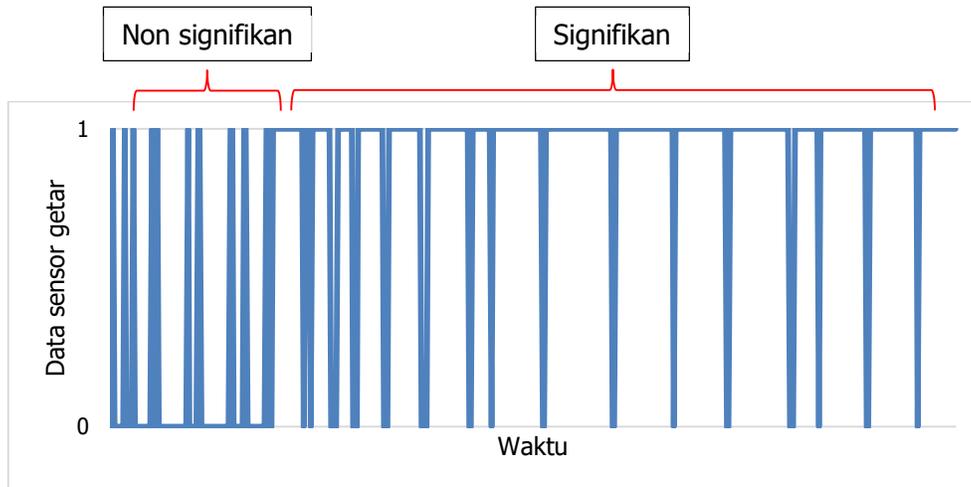
Pada sensor IMU, terdapat enam *output* data yang dihasilkan berdasarkan dari pembacaan sudut pergerakan sensor, yaitu X-Acceleration, Y-Acceleration, Z-Acceleration, X-Gyroscope, Y-Gyroscope, dan Z-Gyroscope. Nilai *output* data tersebut akan berubah berdasarkan frekuensi pergerakan sensor pada saat anak sedang melakukan aktivitas. Pada saat anak sedang melakukan aktivitas normal dengan kondisi aman, maka rata-rata *output* data dari *Acceleration* dan *Gyroscope* akan sama dan tidak mengalami perbedaan yang signifikan. Selanjutnya, pada saat anak dalam kondisi hati-hati atau penculikan, maka pergerakan sudut sensor IMU akan sangat signifikan sehingga menimbulkan perbedaan perubahan data yang sangat signifikan dibandingkan dengan data saat non signifikan. Gambar 6 berikut merupakan grafik hasil analisa data sensor IMU pada saat mendeteksi pergerakan anak secara signifikan dan non signifikan.



Gambar 6. Hasil Analisis Pembacaan Data Sensor IMU (Signifikan dan Non Signifikan)

Selanjutnya, pada sensor getar, *output* data yang dihasilkan adalah berupa data 0 dan 1. Pada saat sensor getar tidak mendeteksi pergerakan yang signifikan dari tubuh anak, maka *output* dari sensor getar akan bernilai 0. Kemudian, pada saat sensor getar mendeteksi pergerakan yang signifikan pada anak, maka *output* dari sensor getar akan bernilai 1. Pada penelitian ini, jika *output* data dari sensor getar lebih dominan bernilai 0 pada rentan waktu tertentu, maka

sistem mendeteksi bahwa pergerakan dari anak tidak signifikan. Sebaliknya, jika *output* sensor getar lebih dominan bernilai 1, maka sistem mendeteksi terjadi pergerakan yang signifikan terhadap anak. Gambar 7 berikut ini memperlihatkan hasil analisis data berdasarkan *output* dari sensor getar saat mendeteksi pergerakan anak signifikan dan non signifikan.



Gambar 7. Hasil Analisis Pembacaan Data Sensor Getar (Signifikan dan Non Signifikan)

Pada perangkat ikat pinggang *smart* yang dibangun, pada saat sistem mendeteksi kondisi anak "Aman", maka perangkat tidak melakukan panggilan ke *smartphone* orang tua dan mengirim informasi aktifitas anak. Kemudian pada saat sistem mendeteksi kondisi anak "Hati-Hati", maka perangkat akan mengirim informasi keadaan anak ke orang tua beserta dengan titik lokasi keberadaan anak berdasarkan informasi data GPS yang dikirim melalui SMS menggunakan modul GSM SIM800L. Selanjutnya, pada saat sistem mendeteksi kondisi anak terjadi "Penculikan", maka perangkat akan melakukan panggilan ke *smartphone* orang tua sebagai peringatan dini dan mengirim kondisi serta lokasi anak menggunakan SMS. Gambar 8 berikut memperlihatkan hasil pengiriman informasi kondisi dan posisi anak ke *smartphone* orang tua melalui SMS. Selanjutnya Gambar 9 memperlihatkan hasil pembacaan lokasi pada Google maps berdasarkan titik *Latitude* dan *Longitude* yang dideteksi oleh perangkat modul GPS Neo-6M.



Gambar 8. Hasil Pengiriman Informasi Kondisi dan Lokasi Anak Melalui SMS



Gambar 9. Hasil Deteksi Lokasi Anak Berdasarkan Data *Latitude* dan *Longitude* GPS

Pada penelitian ini, kami telah melakukan percobaan untuk menguji keberhasilan perangkat ikat pinggang *smart* dalam mendeteksi kondisi pergerakan anak kemudian mengirim informasi data ke perangkat *smartphone* orang tua melalui SMS. Tabel 3 berikut ini merupakan hasil ujicoba dari perangkat ikat pinggang *smart* yang dibangun.

Tabel 3. Hasil Uji Coba Perangkat Ikat Pinggang *Smart* dalam Mengirim Informasi Anak

Percobaan	Kondisi Anak	Kondisi Perangkat	Hasil Percobaan
1	Aman	Tidak mengirim informasi anak	Berhasil
2	Aman	Tidak mengirim informasi anak	Berhasil
3	Hati-Hati	Mengirim informasi anak	Berhasil
4	Hati-Hati	Mengirim informasi anak	Berhasil
5	Penculikan	Melakukan panggilan dan mengirim informasi anak	Berhasil
6	Hati-Hati	Mengirim informasi anak	Berhasil
7	Hati-Hati	Mengirim informasi anak	Berhasil
8	Aman	Tidak mengirim informasi anak	Berhasil
9	Penculikan	Melakukan panggilan dan mengirim informasi anak	Berhasil
10	Penculikan	Melakukan panggilan dan mengirim informasi anak	Berhasil

Berdasarkan hasil uji coba penelitian yang ditampilkan pada Tabel 3, dapat dilihat bahwa perangkat ikat pinggang *smart* yang dibangun berhasil beroperasi pada saat mendeteksi kondisi anak dalam keadaan "Aman", "Hati-Hati", dan "Penculikan". Adapun keberhasilan perangkat ikat pinggang *smart* dalam mengirim informasi anak melalui SMS sangat berpengaruh pada kondisi kualitas jaringan GSM yang dideteksi oleh modul GSM SIM800L.

Pada penelitian ini, kami juga telah menganalisis uji ketahanan baterai dalam men-*supply* tegangan ke seluruh komponen yang ada pada ikat pinggang *smart*. Adapun jenis baterai yang digunakan untuk mensupply tegangan ke seluruh komponen pada penelitian ini adalah jenis baterai PP3 bertegangan 9 Volt yang memiliki kekuatan arus hingga 600 mAh. Tabel 4 berikut memperlihatkan konsumsi arus yang dibutuhkan oleh setiap komponen agar dapat beroperasi pada sistem ikat pinggang *smart*.

Tabel 4. Kebutuhan Konsumsi Arus Maksimum dari Setiap Komponen Ikat Pinggang *Smart*

Komponen	Arus maksimum
Mikrokontroler ESP32	240 mA
Modul Sim800L	350 mA
Sensor IMU	10 mA
GPS	60 mA
Sensor getar	10 mA

Berdasarkan informasi kebutuhan maksimum arus dari setiap komponen yang ditampilkan pada Tabel 4, kami menganalisis ketahanan waktu baterai dalam men-*supply* tegangan ke seluruh komponen. Adapun jumlah waktu maksimum rata-rata kekuatan baterai dapat mensupply tegangan keseluruhan komponen adalah kurang lebih selama 54 menit.

4. KESIMPULAN

Rancang bangun perangkat ikat pinggang *smart* yang dapat mendeteksi kondisi anak dalam keadaan "Aman", "Hati-Hati", dan "Penculikan" telah diaplikasikan pada penelitian ini. Kondisi anak pada ikat pinggang *smart* dapat dideteksi berdasarkan hasil *input* informasi data yang dikirim dari perangkat sensor multi-modal, yaitu sensor getar, sensor IMU, dan *push button*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa, jika perangkat mendeteksi pergerakan anomali anak dengan kondisi "Aman", maka perangkat ikat pinggang *smart* tidak mengirim informasi kondisi anak. Jika perangkat mendeteksi keadaan anak "Hati-Hati", maka ikat pinggang *smart* akan mengirim informasi kondisi dan lokasi anak ke *smartphone* orang tua dalam bentuk pesan SMS. Selanjutnya, jika perangkat mendeteksi terjadi "Penculikan" pada anak, maka ikat pinggang *smart* akan melakukan panggilan ke *smartphone* orang tua sebagai bentuk peringatan dini, kemudian perangkat mengirim informasi kondisi serta titik lokasi keberadaan anak ke perangkat *smartphone* orang tua dalam bentuk SMS. Adapun saran untuk pengembangan perangkat ikat pinggang *smart* ini adalah mendesain kepala ikat pinggang sekecil mungkin dengan mengefisienkan susunan komponen perangkat keras sehingga nyaman digunakan oleh anak pada saat melakukan aktifitasnya. Selain itu, posisi *push button* pada ikat pinggang didesain agar dapat lebih sensitif dalam mendeteksi tekanan pada saat terjadi penculikan, serta ketahanan baterai dalam mensupply tegangan ke seluruh komponen perangkat keras dapat lebih ditingkatkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami haturkan kepada Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi atas bantuan dana yang diberikan dalam program Penelitian Dosen Pemula (PDP) dengan nomor kontrak penelitian 185/E5/PG.02.00.PL/2023. Selanjutnya, kami juga ingin mengucapkan terima kasih kepada segenap civitas akademik Universitas Handayani Makassar atas segala dukungannya sehingga penelitian PDP ini dapat kami laksanakan.

DAFTAR RUJUKAN

- Afrina, M., & Ibrahim, A. (2015). Pengembangan Sistem Informasi SMS Gateway Dalam Meningkatkan Layanan Komunikasi Sekitar Akademika Fakultas Ilmu Komputer Unsri. *Jurnal Sistem Informasi (JSI)*, *7*(2), 852 - 864.
- Alam, H., Kusuma, B.S., & Prayogi, M.A. (2020). Penggunaan Sensor Vibration Sebagai Antisipasi Gempa Bumi. *Journal of Electrical Technology*, *5*(2), 43 – 52.
- Ali, R., Johan, M., Ronny, K., & Venny, P. (2021). Pemanfaatan ESP32 Pada Sistem Keamanan Rumah Tinggal Berbasis IoT. *Prosiding the 12th Industrial Research Workshop and National Seminar*, (pp. 175 - 181).
- Aman, M. (2018). Pengembangan Aplikasi History GPS Tracker Berbasis Web Pada Handphone. *Jurnal IPSIKOM*, *6*(2). DOI: <http://dx.doi.org/10.58217/ipsikom.v6i1.86>.
- Kurniawan, A.H., & Rivai, M. (2018). Sistem Stabilisasi Nampan Menggunakan IMU sensor dan Arduino Nano. *Jurnal Teknik ITS*, *7*(2), 270 – 275. DOI: 10.12962/j23373539.v7i2.31043.
- Lihin, L., & Shita, R.T. (2015). Implementasi Web Services dan Google API Untuk Monitoring Lokasi dan SMS Berbasis Android. *Jurnal TELEMATIKA MKOM*, *7*(1), 1 – 6. DOI: <http://dx.doi.org/10.36080/telematikamkom.123>.
- Muawwal, A., & Zaman, B. (2017). Implementasi Teknologi GPS Tracking *Smartphone* Sebagai Aplikasi Monitoring Anak. *JTRISTE*, *4*(1), 82 - 86.
- Nizam, M., Yuana, H., & Wulansari, Z. (2022). Mikrokontroler ESP32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web. *JATI*, *6*(2), 767 – 772. DOI: <https://doi.org/10.36040/jati.v6i2.5713>.
- Pangestu, D., Muid, A., & Ristian, U. (2018). Purwarupa Sistem Informasi Titik Lokasi dan Intesitas Curah Hujan di Kota Pontianak Berbasis Website. *Jurnal Coding Sistem Komputer Untan*, *6*(3), 247 - 254.
- Qorib, M.F., Widiartha, I.B.K., & Afwani, R. (2018). Rancang Bangun Sistem Deteksi Posisi Dengan Memanfaatkan GPS Pada *Smartphone* Berbasis Google Maps API Studi Kasus Pemantauan Pada Anak dan Remaja. *S1 Thesis, Universitas Mataram*.

- Saleh, M., & Haryanti, M. (2017). Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Relay. *Jurnal Teknologi Elektro*, 8(2), 87 – 94.
- Sembiring, Z., & Muliono, R. (2019). Perancangan Alat Pelacak Lokasi Dalam Mengantisipasi Penculikan Anak. *Tecno.COM*, 18(1), 13 - 25.
- Suharinto, C. (2019). Prototipe Gelang Pencegahan Penculikan Bayi. *Prosiding SainsTeKes Semnas MIPAKes UMRI*, 1. DOI: <https://doi.org/10.22146/jfi.v23i3.51254>.
- Suparno, I.W., & Jalil, A. (2021). Implementasi Sensor Multi-Modal Menggunakan Raspberry Pi dan Robot Operating System Pada Sistem Keamanan Rumah. *Jurnal Electro Luceat*, 7(2), 86 - 95. DOI: <https://doi.org/10.32531/jelekn.v7i2.405>.
- Suroso & Seta, I.N. (2021). Perancangan Sistem Pemantauan Kendaraan Pengiriman Barang Menggunakan GPS Pada PT. Albi Berbasis Web. *Jurnal IPSIKOM*, 9(1), 101 – 118. DOI: <http://dx.doi.org/10.58217/ipsikom.v9i1.193>.