

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan Masalah

Saat masa pertumbuhan dan perkembangan pada manusia, usia anak-anak merupakan usia untuk melakukan aktivitas bermain agar membawa kerian, kesenangan serta kegembiraan bagi mereka serta dapat mengembangkan kemampuan sosial fisik dan kognitif mereka [1]. Proses bermain anak terutama pada usia dibawah 9 tahun didasari oleh perkembangan motorik dari anak tersebut, masalah perkembangan motorik ini perlu menjadi perhatian khusus bagi orang tua dalam pengawasan terhadap kegiatan anaknya, namun bagi orang tua yang bekerja upaya pengawasan ini tidak dapat dilakukan secara optimal, sehingga salah satu upaya yang dilakukan orangtua dengan menitipkan anaknya di tempat penitipan anak, sehingga proses pengawasan anak dapat dilakukan oleh petugas tempat penitipan anak tersebut. Namun tidak sedikit dari petugas tersebut lalai dalam pengawasan anak-anak yang berakibat terjadinya hal yang tidak diinginkan pada anak mereka. Beberapa kejadian tersebut dapat berupa terlibatnya anak dalam kecelakaan lalu lintas, baik sebagai penyebab kecelakaan ataupun sebagai korban kecelakaan [2]. Kegundahan orang tua pun berlipat ganda, di satu sisi mereka ingin anak-anak menikmati kebebasan bermain, di sisi lain, kekhawatiran akan keamanan anak di lingkungan luar tak bisa dielakkan. Menurut statistik Komnas Perlindungan Anak (2023), pada tahun 2022 saja, terdapat 2.821 kasus kecelakaan dan kekerasan terhadap anak, dimana 25% diantaranya terjadi di ruang publik[3]. Menurut Badan Nasional Penanggulangan Bencana (BNPB), pada tahun 2022, terdapat 1.472 kasus kecelakaan anak di bawah usia 15 tahun. Dari jumlah tersebut, sebanyak 27,4% terjadi di tempat bermain. Penyebab kecelakaan di tempat bermain yang paling umum adalah terjatuh, tersengat listrik, dan tertabrak kendaraan [4]. Untuk mencegah terjadinya kecelakaan atau hal-hal yang tidak diinginkan saat anak bermain di tempat penitipan anak, diperlukan pengawasan yang ketat dari pengasuh tempat penitipan anak tersebut. Namun dalam kenyataannya, tidak semua pengasuh tersebut dapat mengawasi anak-anak asuh mereka secara langsung setiap

saat, ditambah dengan jumlah anak asuh di tempat penitipan anak tersebut yang juga mencapai puluhan. Sehingga dalam hal ini diperlukannya sebuah sistem yang dapat membantu memantau bagaimana pergerakan dari anak tersebut sekaligus memberikan sinyal peringatan kepada pengasuh penitipan anak terhadap lokasi anak asuh mereka dalam beraktivitas tersebut. Dengan sistem yang dibangun diharapkan nantinya dapat membantu pengasuh penitipan anak serta orangtua mereka dalam proses pengawasan anaknya agar dapat mengantisipasi terjadinya hal yang tidak diinginkan oleh orang tua dan pengasuh tempat penitipan anak tersebut.

1.1.1 Informasi Pendukung Masalah

Kasus kelalaian dari pihak jasa penitipan anak terjadi di Kota Makassar dimana seorang anak berusia lima tahun tewas hanyut di drainase sekitar area penitipan anak tersebut, hal ini terjadi disaat anak lepas dari pengawasan pengasuh penitipan anak sehingga anak bermain keluar area pagar tanpa sepengetahuan pengasuh [5]. Dalam kasus lain seorang balita yang tewas tercebur ke dalam parit di area 20 meter sekitar tempat penitipan anak, anak tersebut bermain di area parit disaat pengasuh pergi ke toilet. Dalam kasus ini, jasad anak tersebut juga ditemukan dua minggu setelah anak dinyatakan hilang di tempat asuh[6]. Dalam beberapa kasus ini, kecelakaan terhadap anak terjadi luar area bermain tempat penitipan anak dan juga terjadi disaat anak tidak dalam pengawasan pengasuh. Bahkan ada anak yang hilang dan ditemukan 2 minggu setelah anak tersebut hilang.

1.1.2 Analisis Masalah

Dalam beberapa kasus dan permasalahan sebelumnya, meskipun seorang anak telah diberi kepercayaan untuk dititipkan pada tempat penitipan khusus, namun kemungkinan kecelakaan terjadi pada anak tentu saja bisa terjadi, terutama disaat anak lepas dari pengawasan pengasuh mereka. Sehingga diperlukannya sebuah sistem atau alat tambahan yang dapat membantu proses pengawasan bermain anak tersebut. Karena akibat keinginan mereka untuk melakukan sesuatu mengakibatkan terjadinya kecelakaan yang menimpa mereka disaat tidak ada yang mengawasinya. Bahkan lebih berbahayanya lagi dalam kasus kedua dimana jasad anak justru ditemukan dua minggu

setelah anak hilang, hal ini justru menjadi perhatian bagi orang tua dalam proses pengawasan bermain anak mereka. Permasalahan ini tentu sangat penting diselesaikan karena dapat menjadi pertimbangan berbagai aspek seperti berikut.

1. Aspek Kesehatan dan Keselamatan: sistem yang dibuat dapat membantu meminimalisir terjadinya kecelakaan pada anak usia dini akibat kurangnya pengawasan dari orang tua
2. Aspek Ekonomi: Biaya yang diperlukan dalam pembuatan sistem tidak lebih dari Rp 2.500.000
3. Aspek Sustainability: Penggunaan komponen yang umum digunakan dan tidak berasal dari produk impor sehingga proses pengembangan alat dapat dilakukan secara berkelanjutan
4. Aspek Lingkungan: Sistem yang dibuat tidak berbahaya bagi lingkungan dan diharapkan hanya membutuhkan daya listrik yang sedikit maksimal 20 watt
5. Aspek Hukum: Sistem yang dibuat tidak mengandung metoda yang telah dipatenkan sebelumnya
6. Aspek Sosial: Sistem yang dibuat dapat menjadi solusi dari permasalahan kurangnya tingkat keselamatan terhadap balita serta menjadi solusi untuk proses pengawasan tidak langsung oleh orang tua terhadap balita mereka
7. Aspek Waktu dan Sumber Daya: Sistem yang dibuat dapat dikerjakan dalam waktu 5 Bulan pengerjaan alat dengan jam kerja 12 jam perminggu

1.1.3 Kebutuhan Yang Harus Dipenuhi

Berdasarkan analisis permasalahan yang dibuat, maka diperlukanlah sebuah alat yang dapat mendeteksi keberadaan pergerakan motorik dari anak usia dini serta memberi sinyal kepada pengasuh tempat penitipan anak serta orang tua mereka terhadap kondisi anaknya, sehingga dapat di analisis kebutuhan sistem yang harus dipenuhi adalah sebagai berikut.

1. Alat harus dapat mendeteksi dimana posisi keberadaan anak
2. Alat harus dapat memberikan sinyal informasi tentang pergerakan dan posisi keberadaan anak ke orang tua mereka

3. Sinyal informasi peringatan kepada pengawasn anak harus dapat diberikan dalam jangkauan hingga besar dari 20 meter
4. Alat harus dapat bekerja dengan bantuan daya listrik yang terdapat disekitar alat atau dengan penggunaan daya internal sistem kurang dari 10 watt
5. Alat yang dibuat harus mudah dilakukan pengisian daya agar dapat digunakan secara terus menerus
6. Alat harus berukuran kecil agar dapat digunakan oleh anak dengan nyaman

1.1.4 Tujuan

Berdasarkan analisa kebutuhan yang harus dipenuhi, maka dirumuskanlah tujuan yang akan dicapai dalam pembuatan Tugas Akhir ini sebagai berikut.

1. Membuat sistem yang dapat mendeteksi keberadaan atau posisi dari pergerakan anak yang aman digunakan pada tubuh anak
2. Membuat sistem yang dapat memberikan sinyal informasi dari pergerakan anak kepada pengasuh tempat penitipan anak dan orang tua mereka hingga jarak besar dari 10 meter jarak tengah rumah hingga tempat berbahaya sejauh 10 meter
3. Membuat sistem yang dapat bekerja dengan bantuan sumber daya maksimal 10 watt dan dapat diisi ulang

1.2. Solusi

Dalam pembuatan solusi sistem dari permasalahan sebelumnya, dirumuskanlah aspek-aspek teknikal yang harus terpenuhi. Aspek teknikal tentunya mencakup pada proses monitoring anak-anak, proses pengolahan informasi hasil monitoring, serta proses pengiriman *alert* (notifikasi) yang telah diproses kepada penerima informasi atau user (dalam hal ini yaitu orang tua).

1.2.1 Karakteristik Produk

Sehingga dalam pembuatan sistem yang terdapat tiga aspek penting yang sudah dijelaskan diatas, diperlukanlah sebuah produk yang memiliki karakteristik seperti berikut.

A. Fitur Utama

Fitur utama dalam sistem yang akan dibuat adalah mampu memberikan informasi tentang dimana lokasi bermain anak-anak yang akan diawasi secara tidak langsung oleh orang tua mereka, serta sistem dapat memberikan informasi atau peringatan kepada orang tua tentang lokasi anak

B. Fitur Dasar

Fitur dasar dari sistem yang dibuat yaitu sebagai berikut.

- Sistem sebagai fungsi pengawasan terhadap anak, pengawasan dapat berupa dimana lokasi anak baik mencakup apakah anak tersebut melewati zona yang seharusnya tidak dilewatinya atau sebagainya
- Sistem sebagai fungsi peringatan kepada orang tua, peringatan ini dapat berupa alarm yang akan dibunyikan di dalam sebuah rumah, ataupun alarm yang akan otomatis berbunyi pada perangkat gawai orang tua

C. Fitur Tambahan

- Fitur tambahan pertama yaitu bergantung pada dimana lokasi anak tersebut bermain, jika anak bermain di area rumah maka dapat dipasangkan kamera yang berfungsi sebagai fitur pemantau gerakan anak, kamera ini nantinya akan memberikan sinyal ke perangkat orang tua tentang seberapa bahaya gerakan yang dilakukan oleh anak mereka ketika dalam pengawasan tidak langsung tersebut, contoh gerakan tersebut yaitu gerakan memanjat sebuah tempat yang dapat menjadi sumber kecelakaan bagi anak.

D. Sifat Solusi Yang Diharapkan

Berikut adalah sifat solusi yang diharapkan mampu menyelesaikan permasalahan yang sebelumnya telah dijabarkan.

1. Mudah digunakan, alat harus mudah digunakan baik digunakan untuk fungsi pengawasan anak ataupun digunakan dalam fungsi peringatan untuk orang tua anak
2. Harga terjangkau, alat yang dibuat harus memiliki harga yang terjangkau karena permasalahan yang diangkat terkait permasalahan umum di tengah

keluarga, sehingga diharapkan sebagian besar keluarga dapat memiliki alat yang dibuat

3. Sistem deteksi yang akurat, alat yang dibuat diharapkan dapat memberikan informasi yang akurat terhadap anak yang akan diawasi, karena informasi ini nantinya akan diteruskan ke orang tua mereka tentang apakah informasi tersebut memberikan sinyal bahaya terhadap anak mereka atau informasi tidak mengandung sinyal bahaya kepada anak mereka
4. Bentuk alat yang tidak terlalu besar, bentuk alat yang memiliki porsi ukuran yang ideal terutama untuk alat yang akan dipasangkan untuk pengawasan anak, jika alat berbentuk fisik dipasangkan di tubuh anak, tentunya diharapkan alat dapat memiliki ukuran yang sekecil mungkin agar tidak memberatkan tubuh anak
5. Hemat daya, alat yang dibuat diharapkan mampu memiliki daya yang tahan lama terutama untuk alat yang akan ditujukan untuk pengawasan anak atau alat yang dipasangkan di tubuh anak karena membutuhkan daya yang tahan lama jika ingin alat bekerja terus

1.2.2 Usulan Solusi

Dari penjabaran sifat solusi yang dijelaskan sebelumnya maka ditetapkanlah beberapa usulan solusi yang diharapkan mampu dapat menyelesaikan permasalahan. Usulan solusi tersebut adalah sebagai berikut.

1. Mendeteksi dengan Kamera
2. Mendeteksi dengan Sensor Ultrasonic
3. Mendeteksi dengan Modul GPS
4. Mendeteksi dengan Modul RCWL 0516
5. Mendeteksi dengan Modul Zigbee
6. Mendeteksi dengan Modul Bluetooth Low Energy (BLE)

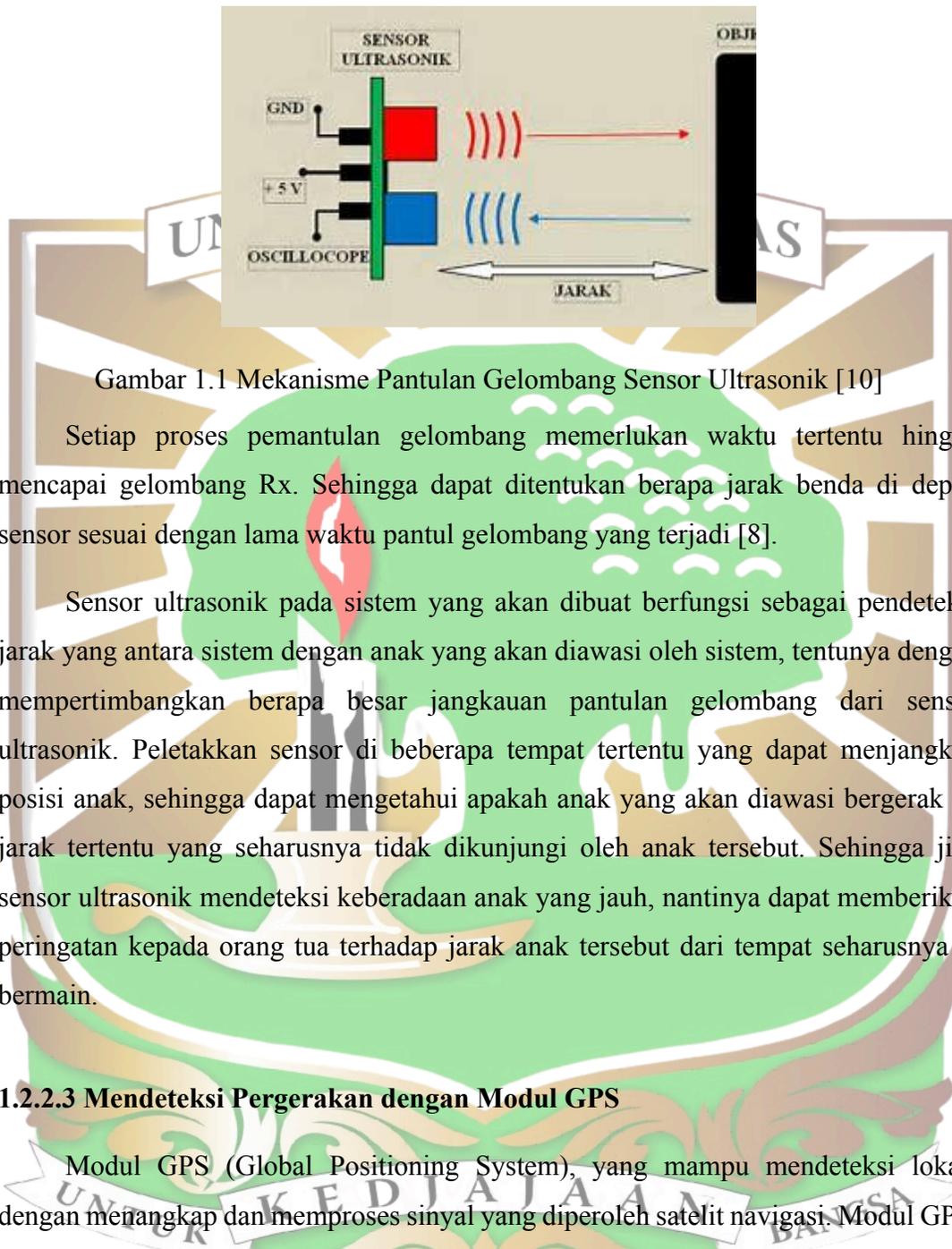
1.2.2.1 Mendeteksi Pergerakan dengan Kamera

Pengimplementasian kamera sebagai alat tangkap gambar serta pergerakan benda disekitarnya. Dalam mendeteksi sebuah pergerakan benda disekitar, terdapat beberapa teknologi yang mendukung keperluan tersebut diantaranya yaitu teknologi *computer vision*. *Computer Vision* sederhananya adalah suatu teknologi yang digunakan untuk meniru cara kerja visual manusia, dimana objek yang akan diamati akan dianalisis secara visual, kemudian data dari hasil observasi objek tersebut akan dimasukkan dalam bentuk citra. Saat ini terdapat beberapa algoritma yang digunakan untuk implementasi *Computer Vision* diantaranya yaitu Algoritma *Deep Learning* (salah satu algoritma *machine learning*) dengan pendekatan berbasis *Convolutional Neural Network* (CNN) yang digunakan untuk mendeteksi objek, pengenalan wajah, pergerakan manusia, dan pose yang dilakukan oleh manusia [7].

Dalam sistem yang akan dibuat penggunaan kamera yang dibantu dengan teknologi *Computer Vision* tersebut bertujuan untuk mendeteksi bentuk pergerakan yang dilakukan oleh anak yang akan diawasi, sehingga kamera dapat memberikan sinyal pergerakan yang membahayakan yang dilakukan oleh anak kepada orang tua.

1.2.2.2 Mendeteksi Pergerakan dengan Sensor Jarak Ultrasonik

Sensor ultrasonik memiliki dua buah elemen utama, yaitu elemen pembangkit gelombang (Tx, Transmitter) serta elemen pendeteksi gelombang (Rx, Receiver). Elemen transmitter mengirimkan 8 gelombang dengan frekuensi 40 KHz dalam waktu 10 μ S. Jika gelombang tersebut mengenai objek di depannya, maka gelombang akan dipantulkan sehingga Rx akan menerima Kembali gelombang yang dipantulkan tersebut. Mekanisme pemantulan tersebut dapat dilihat pada gambar



Gambar 1.1 Mekanisme Pantulan Gelombang Sensor Ultrasonik [10]

Setiap proses pemantulan gelombang memerlukan waktu tertentu hingga mencapai gelombang Rx. Sehingga dapat ditentukan berapa jarak benda di depan sensor sesuai dengan lama waktu pantul gelombang yang terjadi [8].

Sensor ultrasonik pada sistem yang akan dibuat berfungsi sebagai pendeteksi jarak yang antara sistem dengan anak yang akan diawasi oleh sistem, tentunya dengan mempertimbangkan berapa besar jangkauan pantulan gelombang dari sensor ultrasonik. Peletakkan sensor di beberapa tempat tertentu yang dapat menjangkau posisi anak, sehingga dapat mengetahui apakah anak yang akan diawasi bergerak ke jarak tertentu yang seharusnya tidak dikunjungi oleh anak tersebut. Sehingga jika sensor ultrasonik mendeteksi keberadaan anak yang jauh, nantinya dapat memberikan peringatan kepada orang tua terhadap jarak anak tersebut dari tempat seharusnya ia bermain.

1.2.2.3 Mendeteksi Pergerakan dengan Modul GPS

Modul GPS (Global Positioning System), yang mampu mendeteksi lokasi dengan menangkap dan memproses sinyal yang diperoleh satelit navigasi. Modul GPS. Aplikasi dari modul ini melingkupi sistem navigasi, sistem keamanan terhadap kemalingan pada kendaraan / perangkat bergerak, akuisisi data pada sistem pemetaan medan, penjejak lokasi / *location tracking*, dsb [9].

Pada sistem akan dibuatkan GPS akan dipasangkan di tubuh anak yang nantinya akan dihubungkan pada mikrokontroler yang berukuran kecil seperti ESP8266 serta mampu dikoneksikan dengan jaringan terdekat. Sistem yang dipasangkan di tubuh anak tersebut nantinya akan dapat mendeteksi lokasi dari anak tersebut. Sinyal lokasi dari anak akan dikirimkan informasinya ke perangkat output untuk orang tua, sehingga dapat menjadi peringatan untuk orang tua seberapa jauh lokasi bermain anak agar tetap bermain di tempat yang seharusnya.

1.2.2.4 Mendeteksi Jarak Anak Menggunakan Modul Zigbee

Modul Zigbee adalah teknologi komunikasi nirkabel mesh yang dapat digunakan untuk mengirim data dalam jarak dekat. Zigbee tidak bergantung pada internet untuk berfungsi, sehingga membuatnya menjadi teknologi yang cocok untuk digunakan dalam lingkungan yang tidak memiliki akses internet. Zigbee menggunakan teknologi mesh untuk mengirimkan data. Teknologi mesh memungkinkan perangkat untuk berkomunikasi satu sama lain secara langsung, tanpa memerlukan titik akses sentral. ZigBee menggunakan teknologi data rate rendah, konsumsi daya rendah, dan biaya yang terjangkau. Jarak jangkauan perangkat nirkabel ZigBee dapat mencapai 10-400 meter, tergantung pada lingkungan RF dan kebutuhan daya aplikasi. [11].

Modul Zigbee pada sistem yang dibuat akan diletakkan pada dua tempat, yaitu tempat pertama sebagai titik awal jarak pergerakan anak, dan tempat kedua diletakkan di tubuh anak. Sehingga dalam hal ini sensor Zigbee berperan sebagai pemberi sinyal berapa jarak antara lokasi bermain anak dengan jarak titik awal yang diletakkan di awal meletakkan titik tumpu awal. Sehingga nantinya disaat lokasi anak yang terpasang modul Zigbee jauh dari titik modul Zigbee awal, mengakibatkan output peringatan kepada orang tua terhadap lokasi anak yang keluar batas lokasi bermain seharusnya.

1.2.2.5 Mendeteksi Jarak Anak Menggunakan Modul Bluetooth Low Energy (BLE)

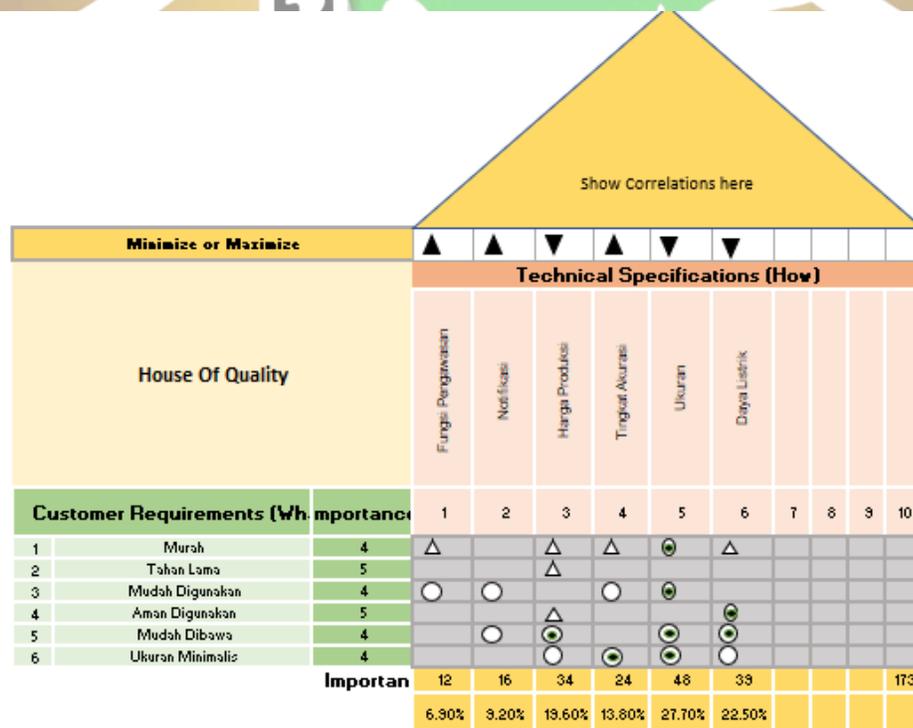
BLE, atau *Bluetooth Low Energy*, adalah teknologi Bluetooth terbaru yang dirancang untuk menghemat daya. BLE menggunakan frekuensi 2,4 GHz dan

kecepatan transmisi 1 Mbit/s, serta modulasi *Gaussian Frequency Shift Keying* (GFSK) untuk mencapai kinerja yang optimal dalam hal penggunaan daya dan stabilitas transfer data [12].

Modul BLE yang digunakan akan dipasang pada tubuh anak-anak sebagai pemberi sinyal dimana letak lokasi anak kepada sebuah mikrokontroler yang diletakkan pada titik tertentu. Sehingga BLE akan mengirimkan data jarak lokasi anak, jika melewati batas bahaya maka akan mengeluarkan output untuk peringatan bahaya anak pada sistem.

1.2.3 Analisis Usulan Solusi

Dari kelima solusi yang diusulkan, maka diperlukan analisis *House of Quality* dari sistem yang akan dibuat terhadap solusi yang diusulkan. Berikut analisis *House of Quality* dari karakteristik solusi yang diharapkan.



Gambar 1. 2 House of Quality

House of Quality diatas menggambarkan hubungan antara konstrain dari sistem yang dibuat dengan fitur serta sifat dari sistem yang diharapkan. Dimana aspek yang harus terdapat pada sistem yaitu

- Tahan Lama
- Mudah Digunakan
- Aman Digunakan
- Mudah Dibawa
- Ukuran Minimalis

Serta memiliki fitur dan sifat sistem yaitu

- Sebagai fungsi pengawasan yang baik
- Sebagai fungsi notifikasi yang baik berupa alarm dan notifikasi untuk handphone orangtua jika seandainya ada salah satu orang tua yang tidak dirumah, sehingga anak diawasi oleh yang lain
- Memiliki harga produksi yang rendah
- Memiliki tingkat akurasi deteksi anak yang tinggi
- Memiliki ukuran alat yang minimalis
- Serta memiliki daya tahan sistem yang tinggi

Besar persentase yang didapat pada tabel House Of Quality diatas memberikan gambaran fitur apa yang terpenting yang harus ada pada sistem, dimana persentase terbesar yaitu pada ukuran sistem yang akan dibuat (27.70%), alat yang dibuat diharapkan memiliki ukuran yang seminimalis mungkin karena nantinya bertujuan untuk meningkatkan tingkat fleksibilitas penggunaan alat. Sifat alat juga harus memiliki daya tahan listrik yang tinggi (22.50%), dimana alat akan digunakan dalam waktu yang cukup lama berkisar antara 3-5 jam penggunaan, sehingga dibutuhkan komponen sistem yang hemat daya ketika dijalankan dalam waktu yang lama, tentunya juga harus memperhatikan apa saja penyebab penggunaan daya lainnya seperti koneksi ke internet yang terus menerus sehingga juga mengkonsumsi daya yang besar. Sistem juga harus dapat diproduksi dengan biaya produksi yang relatif murah (19.60%),

karena alat akan digunakan oleh masyarakat umum terutama orang tua terhadap anak anaknya. Sistem juga diharapkan memiliki tingkat akurasi pengawasan yang tinggi (13.60%) dalam mengawasi lokasi pergerakan anak (6.90%). Serta diperlukannya fitur yang memberikan output notifikasi(9.60%) kepada orangtua terhadap kondisi anak mereka. Dari hasil persentase yang didapatkan nantinya akan dihubungkan dengan seluruh solusi yang telah diusulkan sebelumnya. Berikut hubungan antara usulan solusi dengan fitur dan sifat yang diharapkan ada pada sistem yang akan dibuat.

Tabel 1. 1 Analisis Solusi Terhadap *House of Quality*

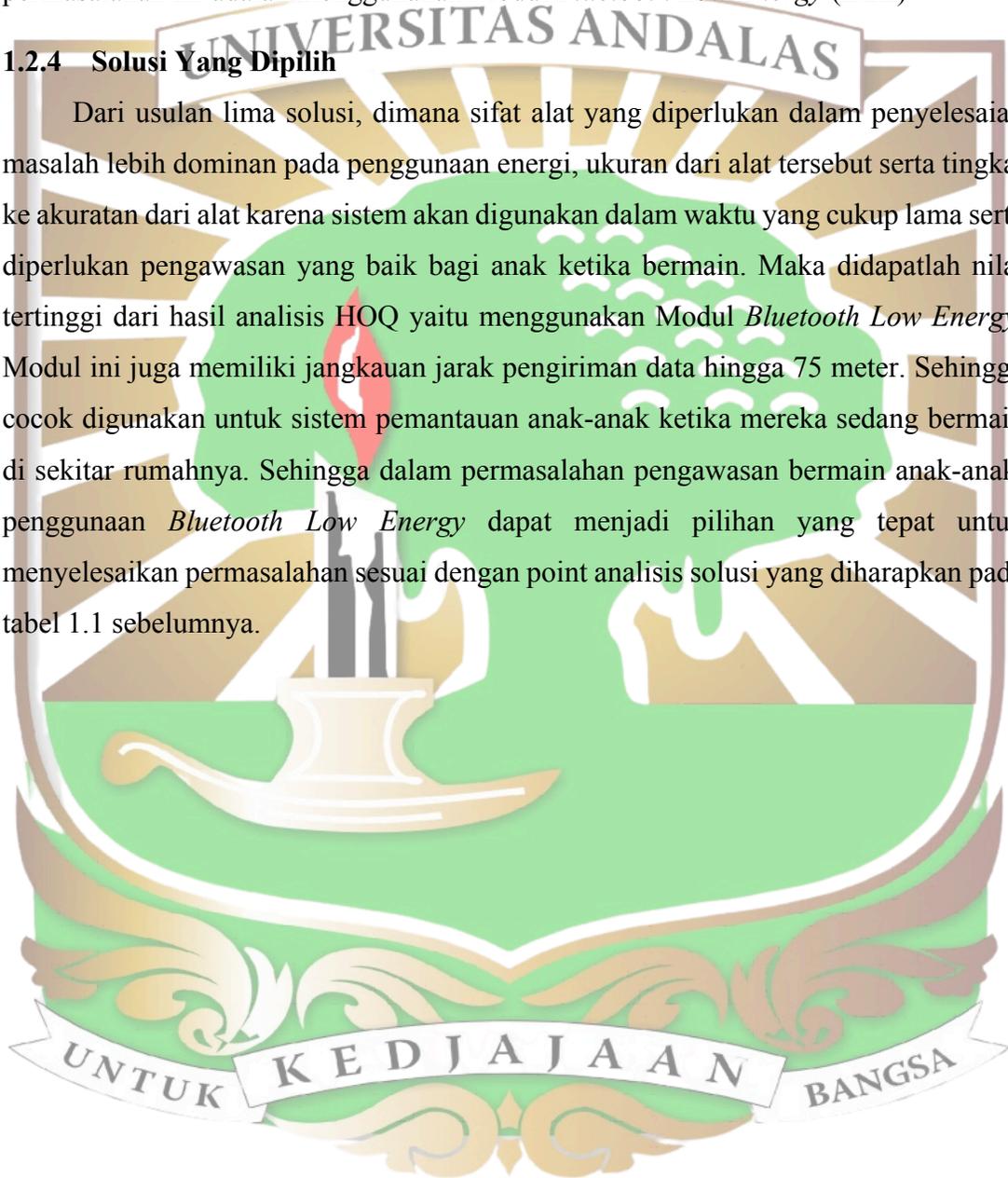
	Fungsi Pengawasan	Notifikasi	Harga Produksi	Tingkat Akurasi	Ukuran	Daya Listrik	Total Persentase
	6.90%	3.20%	19.60%	13.80%	27.70%	22.50%	100%
Kamera	3	2	1	3	1	1	1.383
Sensor Ultrasonik	1	2	1	1	3	2	1.748
Modul GPS	3	1	2	3	2	2	2.274
Bluetooth Low Energy (BLE)	3	2	3	3	3	3	2.770
Modul Zigbee	3	2	2	3	2	3	2.338

Point yang diberikan berkisar antara 1-3 diberikan berdasarkan fitur dan sifat yang disediakan oleh solusi, dihubungkan dengan sifat sistem yang diharapkan yang sebelumnya telah dibuat pada tabel *House of Quality*. Sehingga setelah dikalkulasikan hubungan antara sifat sistem yang diharapkan dengan sifat solusi yang diusulkan,

didapatkanlah point tertinggi yaitu menggunakan Modul *Bluetooth Low Energy* (BLE) yang memiliki point total sebesar 2.770. Modul BLE ini memiliki selisih point yang cukup jauh dari solusi yang lainnya, sehingga dapat disimpulkan solusi terbaik untuk permasalahan ini adalah menggunakan Modul *Bluetooth Low Energy* (BLE)

1.2.4 Solusi Yang Dipilih

Dari usulan lima solusi, dimana sifat alat yang diperlukan dalam penyelesaian masalah lebih dominan pada penggunaan energi, ukuran dari alat tersebut serta tingkat keakuratan dari alat karena sistem akan digunakan dalam waktu yang cukup lama serta diperlukan pengawasan yang baik bagi anak ketika bermain. Maka didapatkan nilai tertinggi dari hasil analisis HOQ yaitu menggunakan Modul *Bluetooth Low Energy*. Modul ini juga memiliki jangkauan jarak pengiriman data hingga 75 meter. Sehingga cocok digunakan untuk sistem pemantauan anak-anak ketika mereka sedang bermain di sekitar rumahnya. Sehingga dalam permasalahan pengawasan bermain anak-anak, penggunaan *Bluetooth Low Energy* dapat menjadi pilihan yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan sesuai dengan point analisis solusi yang diharapkan pada tabel 1.1 sebelumnya.



BAB II SPESIFIKASI

2.1 Spesifikasi Produk

Produk yang dibutuhkan adalah yang dapat mendeteksi keberadaan atau lokasi anak-anak saat bermain sehingga dirancanglah sebuah alat yang membentuk empat buah sistem yang terpisah, yaitu sistem pertama yang dipasangkan di tubuh anak, sistem kedua yang diletakkan di sekitar anak sebagai titik acuan lokasi dari anak, sistem ketiga yang diletakkan di rumah sebagai output yang dapat memberitahukan orang tua di rumah tentang keberadaan anak tersebut apakah jauh dari titik acuan atau tidak, serta sistem keempat yang dipakai oleh orang tua jika berada jauh dari anak karena anaknya dijaga oleh orang tua lainnya ataupun dijaga oleh orang lain selain orang tua sehingga dapat memantau anak mereka dari jauh.

Keempat sistem akan saling terintegrasi satu sama lain sehingga nantinya diharapkan dapat memberikan informasi keselamatan anaknya dengan baik. Untuk sistem pertama yang bertujuan sebagai titik acuan anak-anak memiliki beberapa komponen penting yaitu motor servo dan esp32-cam yang nantinya menerima sinyal Modul BLE dari tubuh anak-anak tersebut. Alasan menggunakan esp32 cam pada sistem ini yaitu nantinya juga akan mengambil gambar anak tersebut di ruangan tempat anak beraktifitas, motor servo bertujuan agar esp32-cam dapat diputar hingga 90 derajat dan esp32-cam tersebut akan diletakkan diatas servo tersebut, sehingga kamera pada esp-32 cam dapat memfoto area ruangan dengan sudut elevasi pengambilan gambar lebih luas. Selanjutnya pada sistem kedua yang diletakkan di tubuh anak nantinya memerlukan alat berupa Modul BLE dan arduino nano sebagai mikrokontrolernya yang memberikan sinyal input ke titik acuan untuk lokasi anak-anak. Untuk sistem ketiga yang berfungsi sebagai alarm yang diletakkan di area tengah rumah dimana alarm nya terdiri dari buzzer dan arduino nano sebagai mikrokontrolernya. Pada sistem keempat yang bertujuan untuk memberikan output informasi berupa notifikasi di handphone orang tua jika mereka berada tidak di rumahnya atau ingin pengawasan anak dari jarak jauh, sehingga dirancang sebuah

aplikasi *mobile* berupa bot telegram yang dapat menerima sinyal dari esp32 cam dan Modul *Bluetooth Low Energy* pada sistem pertama.

2.1.1 Kebutuhan Perangkat Keras

2.1.1.1 ESP32 Cam

ESP32-Cam merupakan mikrokontroler pengembangan dari ESP32 yang dilengkapi dengan kamera *on-board* dan berukuran kecil serta telah dilengkapi dengan *WiFi* dan *Bluetooth*, sehingga dapat digunakan sebagai pengaplikasian IoT (Internet of Think) dan perangkat rumah pintar lainnya.



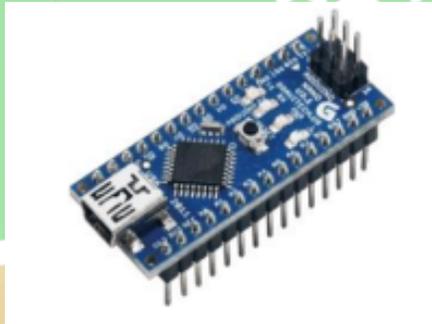
Gambar 2.1 ESP32-Cam [20]

ESP32-Cam ini memiliki spesifikasi yaitu memiliki mikroprosesor CPU LX6 32-bit, frekuensi clock 20MHz, catu daya 5 Volt, memiliki 8 port IO, RAM sebesar 520 KB, untuk WiFi yang dimiliki ESP32-Cam yaitu bertipe 802.11 b/g/n, dan kamera yang terdapat pada ESP32-Cam akan mengambil gambar yang menghasilkan format gambar JPEG. ESP32-Cam ini dihubungkan nantinya dengan Modul Zigbee dimana spesifikasi minimum sebuah mikrokontroler agar dapat terhubung dengan Modul Zigbee yaitu 20MHz, dengan SRAM minimal 10 KB, dan minimal 8 buah port I/O. ESP32-Cam yang sudah mendukung teknologi WiFi 802.11 dapat menjadikannya terhubung dengan internet dan mengirim data foto gambar di area sekitarnya dengan sudut elevasi 60 derajat dengan kualitas gambar 2MP [14]. Sehingga kualitas gambar yang dikirim

ke bot telegram ini nantinya sudah cukup menggambarkan keadaan anak di depan ESP32-Cam tersebut.

2.1.1.2 Arduino Nano

Arduino Nano merupakan papan sirkuit pengembang yang berukuran kecil berbasis teknologi Microchip ATmega328P yang menawarkan konektivitas dan spesifikasi mirip seperti papan Arduino Uno. Dengan frekuensi clock 16 MHz, memori SRAM 2KB, serta memiliki 30 port I/O dengan tegangan 5V dan daya sebesar 50mA [14].



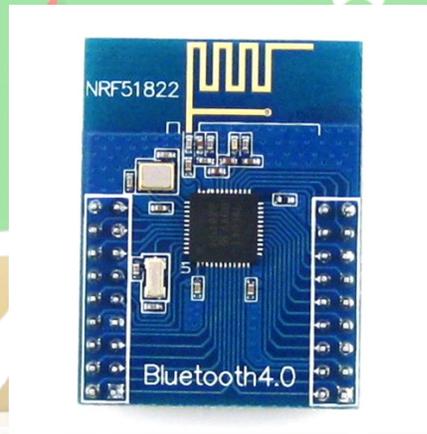
Gambar 2.2 Arduino Nano [21]

Sistem modul Zigbee yang dipasangkan pada tubuh anak-anak yang sinyal Zigbee tersebut diolah dengan mikrokontroler Arduino Nano, mikrokontroler ini digunakan karena spesifikasi minimum yang digunakan pada modul Zigbee jika dihubungkan dengan Arduino Nano hanya membutuhkan frekuensi minimal sebesar 16 MHz, serta hanya membutuhkan 6 port I/O dan 2KB SRAM, sehingga mikrokontroler Arduino Nano cukup digunakan dalam sistem yang terhubung dengan Zigbee tersebut pada tubuh anak-anak.

2.1.1.3 Modul Bluetooth Low Energy (BLE)

Bluetooth Low Energy (BLE) dirancang untuk menghemat daya secara signifikan dibandingkan dengan Bluetooth klasik. BLE bekerja pada frekuensi 2.4 GHz sehingga memiliki karakteristik transceiver yang sama dengan WiFi 2.4G GHz. BLE memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan teknologi lain, termasuk kecepatan

komunikasi yang relatif tinggi, jangkauan sinyal yang luas, komunikasi yang tidak terpengaruh oleh benda padat, dan konsumsi daya yang rendah. BLE menghemat daya dengan beralih ke mode *sleep* saat tidak digunakan. BLE dioptimalkan untuk aplikasi yang memerlukan transfer data kecil antar-perangkat dan tidak memerlukan banyak pertukaran data. [15]. Modul BLE memiliki jangkauan 6 meter hingga maksimal 30 meter dapat dijalankan pada sistem operasi Android, iOS, OS X. Besar Throughput yang dihasilkan oleh BLE yaitu sebesar 270 kbps, memiliki tipe modulasi yaitu *Frequency-hopping spread spectrum* (FHSS), serta dalam pengiriman data memerlukan daya *transmit power consumption* sebesar 10mW [16].



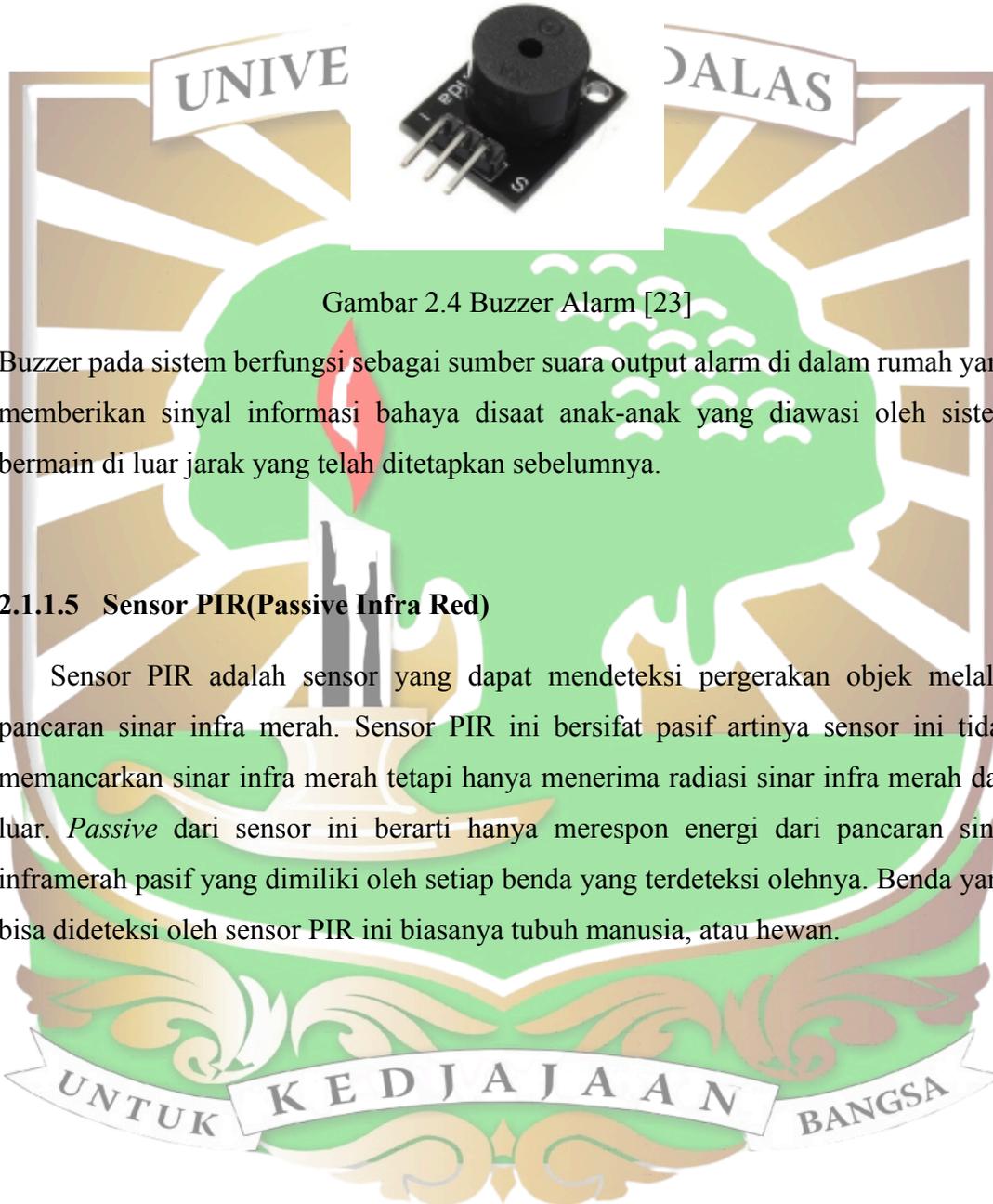
Gambar 2.3 Modul Bluetooth Low Energy [22]

Modul BLE inilah nantinya akan saling berkomunikasi memberikan dan menerima sinyal dari sistem ESP32-Cam yang terpasang pada titik acuan.

2.1.1.4 Buzzer

Buzzer adalah perangkat elektronik yang mengubah sinyal listrik menjadi suara dengan besar frekuensi suara maksimum dari buzzer yaitu 200 Hz hingga 10kHz. Buzzer sering digunakan sebagai alarm atau indikator. Buzzer dapat digunakan dalam berbagai proyek penelitian untuk mendeteksi atau menunjukkan perubahan kondisi.. Selain memiliki pin VCC dan *ground* sebagai arus listrik, buzzer juga memiliki 2 pin

lainnya yaitu pin PWM untuk mengendalikan frekuensi suara serta pin input untuk menerima sinyal dari perangkat lain [17].



Gambar 2.4 Buzzer Alarm [23]

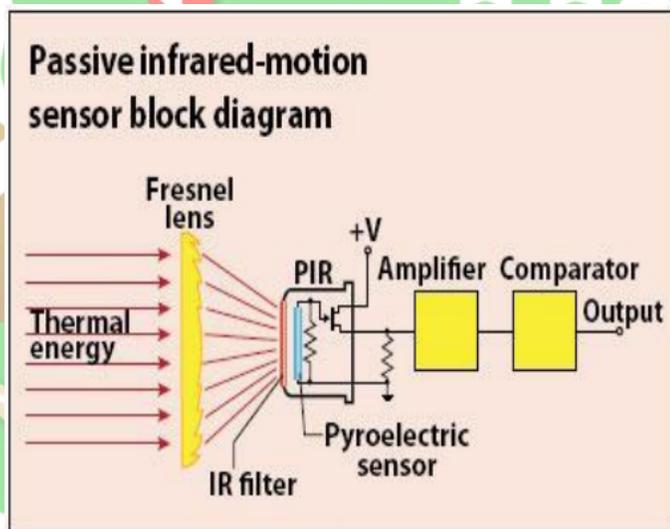
Buzzer pada sistem berfungsi sebagai sumber suara output alarm di dalam rumah yang memberikan sinyal informasi bahaya disaat anak-anak yang diawasi oleh sistem bermain di luar jarak yang telah ditetapkan sebelumnya.

2.1.1.5 Sensor PIR(Passive Infra Red)

Sensor PIR adalah sensor yang dapat mendeteksi pergerakan objek melalui pancaran sinar infra merah. Sensor PIR ini bersifat pasif artinya sensor ini tidak memancarkan sinar infra merah tetapi hanya menerima radiasi sinar infra merah dari luar. *Passive* dari sensor ini berarti hanya merespon energi dari pancaran sinar inframerah pasif yang dimiliki oleh setiap benda yang terdeteksi olehnya. Benda yang bisa dideteksi oleh sensor PIR ini biasanya tubuh manusia, atau hewan.



Gambar 2.5 Sensor PIR [26]



Gambar 2.6 Bagian Sensor PIR [25]

Sensor PIR sendiri memiliki beberapa bagian. Cara Kerja Sensor PIR Lensa Fresnel berfungsi untuk memfokuskan sinar inframerah, sekaligus memastikan intensitas cahaya tetap konstan di seluruh lebar berkas yang terdeteksi. Filter IR pada modul sensor PIR dirancang untuk menyaring panjang gelombang inframerah pasif antara 8 hingga 14 mikrometer. Hal ini penting agar hanya panjang gelombang yang dipancarkan oleh tubuh manusia, yaitu sekitar 9 hingga 10 mikrometer, yang dapat

dideteksi oleh sensor. Oleh karena itu, sensor PIR secara spesifik hanya bereaksi terhadap keberadaan manusia.

Selanjutnya, sensor Pyroelektrik menangkap pancaran sinar inframerah ini. Sebagai contoh, tubuh manusia memiliki suhu sekitar 32°C , yang merupakan suhu panas khas yang ada di lingkungan. Pancaran inframerah inilah yang menjadi "inti" deteksi sensor PIR. Sinyal yang diterima kemudian masuk ke Amplifier, sebuah sirkuit yang bertugas menguatkan arus dari material pyroelektrik. Setelah dikuatkan, arus tersebut selanjutnya dibandingkan oleh Komparator, yang kemudian menghasilkan output sebagai indikasi adanya deteksi. [25]

2.1.2 Kebutuhan Perangkat Lunak

Perangkat lunak yang bertujuan memberikan notifikasi pada handphone ini berupa bot yang dibuat pada telegram. ESP32 Cam yang tujuannya selain memproses data dari Modul BLE juga berfungsi menangkap gambar di area sekitar ESP32 Cam tersebut. Sehingga gambar dan data Modul BLE ini dikirim ke handphone orangtua yang tidak berada di rumah tersebut melalui bot telegram dengan bantuan *Application Programming Interface* (API) dari telegram itu sendiri [18]. Aplikasi Bot Telegram ini memberikan dua buah output kepada handphone pengguna yaitu berupa data lokasi anak dan gambar yang difoto langsung oleh esp32 cam tersebut. Aplikasi Bot Telegram ini juga dibuat agar memberikan opsi agar dapat men *trigger* esp32 cam agar memfoto langsung, jadi gambar yang dikirimkan akan ditampilkan pada bot telegram jika kita menginginkan esp32 cam memfoto area disekitarnya agar melihat seperti apa kondisi anak-anak yang sedang beraktivitas tersebut. Jika tidak diberikan sinyal untuk esp32 agar memfoto area di sekitarnya maka data yang otomatis dikirim ke telegram adalah data lokasi anak saja. Untuk output berupa lokasi anak tersebut yaitu outputnya berupa 2 kategori, yaitu kategori anak yang masih berada dalam jangkauan jarak aman titik acuan sistem satu (atau keadaan aman), dan kategori anak berada di luar jangkauan jarak aman titik acuan sistem satu (atau berada dalam keadaan tidak aman), dengan output berupa teks yang ditampilkan pada bot telegram.

Dari hasil kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak yang telah dijelaskan sebelumnya, maka rangkuman kebutuhan spesifikasi produk agar fungsionalitas dari keseluruhan sistem dapat dihasilkan terlihat pada tabel berikut.

Tabel 2. 1 Rangkuman Spesifikasi Sistem

No	Fungsi	Komponen Pendukung	Spesifikasi yang dibutuhkan
1	Dapat mengetahui posisi jarak anak dari titik acuan	Modul Bluetooth Low Energy (BLE)	Mampu mendeteksi jarak anak hingga 11 meter dari titik acuan
2	Dapat menjadi sumber komunikasi utama dan sebagai titik acuan penerima informasi dari lokasi jarak anak dan sebagai penerus informasi kepada output sistem	ESP32-Cam	<ul style="list-style-type: none"> - Menerima sinyal BLE secara wireless - Meneruskan informasi kepada buzzer sebagai output pertama melalui jaringan internet rumah - Memfoto objek di depan ESP32-Cam untuk melihat kondisi anak apakah bermain keluar zona aman tempat penitipan anak - Meneruskan informasi gambar hasil foto ke bot telegram, serta meneruskan informasi lokasi jarak anak apakah berada di jarak aman atau tidak

No	Fungsi	Komponen Pendukung	Spesifikasi yang dibutuhkan
3	Dapat sebagai pemberi alarm sinyal berbahaya mengindikasikan anak berada di luar jarak aman	Buzzer	Dapat berbunyi dengan frekuensi hingga 10kHz, atau dapat terdengar hingga ke beberapa ruangan di tempat penitipan anak
4	Dapat meneruskan sebagai output terhadap informasi gambar dan teks yang menjelaskan apakah anak berada di zona jarak yang aman atau tidak	Bot telegram	<ul style="list-style-type: none"> - Hasil gambar dari ESP32-Cam dapat terkirim otomatis dengan durasi delay paling lama 10 detik - Dapat menerima informasi teks yang diteruskan oleh ESP32-Cam melalui jaringan internet rumah penitipan anak.

2.2 Verifikasi

Dengan data spesifikasi perangkat yang didapatkan untuk kebutuhan sistem, maka pada bagian verifikasi ini akan dijelaskan rencana pengujian dari keseluruhan alat yang dibutuhkan,

Tabel 2. 2 Verifikasi Sistem

No	Kebutuhan	Rincian Perangkat	Prosedur Pengujian	Metode Pengukuran
1	Mengirim sinyal lokasi ke titik acuan	<i>Bluetooth Low Energy</i>	Meletakkan alat pada tubuh anak-anak yang	Dengan perhitungan Receive Signal Strength Indicator

No	Kebutuhan	Rincian Perangkat	Prosedur Pengujian	Metode Pengukuran
			ditempelkan pada bajunya.	(RSSI) untuk menunjukkan kekuatan sinyal Bluetooth yang diterima oleh titik penerima. Setelah dapat nilai RSSI (dalam bentuk -dBm) kemudian dimasukkan ke dalam rumus $d=10x^{((RSSI-A)/(10.n))}$. [24] Selain itu metode pengukuran lainnya dapat dilakukan dengan pengukuran langsung dengan meteran untuk kasus jarak yang memiliki bentuk kompleksitas rendah
2	Dapat memfoto area di sekitar pintu keluar	ESP32-Cam	Pengujian ESP32-Cam agar dapat terhubung	Resolusi foto dengan ukuran 2MP dapat diukur

No	Kebutuhan	Rincian Perangkat	Prosedur Pengujian	Metode Pengukuran
	ruangan bermain anak		dengan jaringan di rumah	dengan resolusi layar monitor. Koneksi antara Jaringan dengan ESP32-Cam di rumah dapat diukur dengan Jitter yaitu melihat fluktuasi kecepatan koneksi internet di rumah yang terhubung dengan perangkat ESP32-Cam
3	Dapat mengeluarkan output suara minimal 1000 Hz agar rumah terdengar suara alarm	Buzzer Elektromagnet	Buzzer diletakkan diposisi Tengah rumah agar dapat terdengar di bagian rumah lain	Menguji frekuensi dan desibel dari buzzer dengan bantuan alat perbandingan frekuensi suara seperti <i>sound level meter</i>
4	Dapat mengatur berapa besar jarak yang masuk kategori	Mikrokontroler (ESP32-Cam)	Menentukan berapa rentang jarak aman, dan mengklasifikasikan jarak tidak	Penggunaan metode <i>trilaterasi</i> menggunakan tiga titik pemancar untuk menentukan

No	Kebutuhan	Rincian Perangkat	Prosedur Pengujian	Metode Pengukuran
	berbahaya dan kategori aman		aman berada di luar jarak aman	lokasi titik koordinat serta dengan pengukuran menggunakan meteran dari titik acuan ke titik bahaya
5	Melihat berapa lama delay waktu dan penggunaan memori dari ESP32 untuk mengirim gambar ke bot telegram	ESP32-Cam	Gambar diambil melalui ESP32-Cam dan diteruskan ke bot telegram melalui jaringan internet lokal	Pengukuran delay waktu dengan <i>stopwatch</i> dan melihat kapasitas storage memori internal ESP32-Cam

2.3 Perencanaan Pasar

Dalam proses produksi skala besar dari produk atau sistem yang akan dibuat, diperlukan analisis SWOT (*Strengths, Weaknesses, Opportunities, dan Threats*) dari sistem yang akan dibuat. Berikut adalah analisis SWOT dari alat pendeteksi lokasi keberadaan balita yang sedang bermain dalam upaya pengawasan baik dari orang tua terhadap anaknya.

1. *Strengths* (Kekuatan)

- a. **Teknologi Baru:** Penggunaan teknologi *Bluetooth Low Energy* adalah kelebihan yang signifikan karena teknologi ini canggih dan dapat memberikan akurasi tinggi dalam melacak keberadaan anak-anak.

- b. **Keamanan dan Perlindungan Balita:** Produk ini dapat membantu dalam memastikan keamanan dan perlindungan anak-anak di sekitar rumah dengan memberikan informasi jarak lokasi secara real-time.
- c. **Potensi Pasar:** Permintaan untuk produk yang dapat meningkatkan keamanan anak-anak terus meningkat, yang dapat menciptakan peluang pasar yang signifikan.

2. *Weaknesses* (Kelemahan)

- a. **Resistensi Pengguna:** Tidak semua orang tua atau pengasuh mungkin bersedia atau nyaman menggunakan teknologi semacam ini untuk melacak anak-anak. Beberapa orang mungkin resisten terhadap konsep tersebut.
- b. **Dampak Sosial:** Penggunaan produk semacam ini juga dapat memiliki dampak sosial, seperti anak-anak yang merasa terus-menerus diawasi atau kehilangan kebebasan mereka untuk bermain dengan bebas.
- c. **Kebijakan Regulasi dan Hukum:** Regulasi terkait teknologi *Bluetooth Low Energy* dan penggunaan data anak-anak dapat berubah, dan sistem harus mematuhi peraturan yang berlaku. Perubahan peraturan dapat mengganggu pengembangan dan penjualan produk yang akan dibuat.

3. *Opportunities* (Peluang)

- a. **Pasar yang Luas:** Pasar perlindungan anak-anak adalah sangat luas, dengan banyak orang tua yang akan tertarik untuk menggunakan produk ini.
- b. **Pengembangan Produk Tambahan:** Nantinya dalam produksi produk ini dapat mempertimbangkan pengembangan produk tambahan, seperti aplikasi smartphone yang terhubung, yang dapat memberikan informasi lebih detail tentang keberadaan balita.

4. *Threats* (Ancaman)

- a. **Peraturan:** Peraturan terkait privasi dan keamanan anak-anak dapat berdampak pada pengembangan dan pemasaran produk ini.

- b. **Ketidaknyamanan Privasi:** Produk ini mungkin menimbulkan kekhawatiran privasi bagi beberapa pengguna, yang dapat menjadi hambatan.
- c. **Persaingan:** Ada potensi untuk pesaing yang kuat di pasar ini yang mungkin memiliki produk serupa.

2.3.1 Perkiraan Biaya

Proses produksi dari produk memerlukan sekurangnya 2 jenis pengeluaran dalam proses produksi. Yaitu biaya yang diperlukan dalam pembelian alat (*Product Cost*), serta biaya dalam proses produksi alat (*Development Cost*). Berikut adalah penjelasan terkait biaya yang diperlukan tersebut.

1. *Product Cost*

Product Cost adalah rincian total biaya dalam pembelian barang yang digunakan untuk membuat alat deteksi keberadaan balita yang sedang bermain tersebut. Dengan detail perkiraan *Product Cost* adalah sebagai berikut

Tabel 2. 3 *Product Cost*

No.	Barang	Jumlah	Harga Satuan	Estimasi Harga
1.	NRF51822 Bluetooth Low Energy v.4 BLE ARM Wireless Development Board	1	Rp200.000	Rp200.000
2.	Arduino Nano	2	Rp90.000	Rp180.000
3.	Mikrokontroler ESP32-Cam	1	Rp150.000	Rp150.000
4.	Baterai LiPo 1S 7.4V 4.000mAh	3	Rp75.000	Rp225.000
5.	Resistor 220 ohm	10	Rp500	Rp5.000
6.	Kabel Jumper	20	Rp1.000	Rp20.000
7.	Filamen 3D	1	Rp250.000	Rp250.000
8.	Breadboard/PCB	1	Rp200.000	Rp200.000
9.	Motor Servo	1	Rp50.000	Rp50.000

10	Push Button	4	Rp12.500	Rp.50.000
Total				Rp1.330.000

Dari Rincian tabel *Product Cost* Diatas diperlukanlah dana awal yang mencakup bahan-bahan keperluan pembuatan sistem sebesar Rp1.330.000

2. *Development Cost*

Development Cost adalah besar pengeluaran dalam proses memproduksi dan proses pengembangan produk,. Berikut adalah detail *Development Cost* dalam sistem yang akan dibuat.

Tabel 2. 4 *Development Cost*

No.	Barang	Jumlah	Harga Satuan	Estimasi Harga
1.	NRF51822 <i>Bluetooth Low Energy</i> v.4 BLE ARM Wireless Development Board	1	Rp200.000	Rp200.000
2.	Arduino Nano	2	Rp90.000	Rp180.000
3.	Mikrokontroler ESP32-Cam	1	Rp150.000	Rp150.000
4.	Baterai LiPo 1S 3.7V 4.000mAh	3	Rp75.000	Rp225.000
5.	Resistor 220 ohm	10	Rp500	Rp5.000
6.	Kabel Jumper	20	Rp1.000	Rp20.000
7.	Filamen 3D	1	Rp250.000	Rp250.000
8.	Breadboard/PCB	1	Rp200.000	Rp200.000
9.	Motor Servo	1	Rp50.000	Rp50.000
10.	Push Button	4	Rp12.500	Rp50.000
11.	Biaya Penelitian dan Perancangan	1	Rp100.000	Rp100.000
12.	Biaya Produksi	1	Rp500.000	Rp500.000
13.	Biaya Pengujian dan Validasi	1	Rp200.000	Rp200.000

14.	Biaya Hukum dan Hak Paten	1	Rp550.000	Rp550.000
Total				Rp2.680.000

Dari rincian tabel *Development Cost* diatas, maka diperlukanlah total biaya sebesar Rp2.380.000 dalam proses pembuatan sistem, baik biaya yang untuk keperluan bahan alat maupun biaya untuk proses pembuatan alat.

3. *Additional Cost*

Additional Cost ini diperuntukkan untuk kondisi saat setelah penjualan barang pertama kepada seorang konsumen dan terjadi penambahan pembelian alat tambahan oleh konsumen, seperti pembelian alat deteksi yang dipasang di tubuh anak lainnya, dimana dalam pembelian alat pertama konsumen sebelumnya hanya mendapatkan satu paket yang hanya terdiri dari satu alat deteksi keberadaan anak yang dipasangkan di tubuh seorang anak. Sehingga jika ingin dipasangkan ke tubuh anak lainnya maka diperlukan penambahan pembelian alat deteksi tersebut yang nantinya juga berkomunikasi dengan sistem lainnya yang telah dibeli. Dimana rincian kebutuhan biaya tambahan ini mencakup pada tabel berikut.

Tabel 2. 5 Additional Cost

No.	Barang	Jumlah	Harga Satuan	Estimasi Harga
1.	NRF51822 <i>Bluetooth Low Energy</i> v.4 BLE ARM Wireless Development Board	1	Rp200.000	Rp200.000
2.	Arduino Nano	1	Rp90.000	Rp90.000
3.	Baterai LiPo 1S 7.4V 4.000mAh	1	Rp75.000	Rp75.000
4.	Resistor 220 ohm	5	Rp500	Rp5.000
5.	Kabel Jumper	20	Rp1.000	Rp20.000
6.	Breadboard/PCB	1	Rp200.000	Rp200.000
Total				Rp590.000

Sehingga konsumen alat yang ingin menambahkan masing-masing unit perlengkapan untuk masing-masing anak memerlukan biaya tambahan sebesar Rp590.000.

2.3.2 Analisis Finansial

Untuk menentukan minimal *cost/benefit ratio* dari produk yang akan dibuat maka diperlukannya analisis finansial dari produk sistem pengawasan anak tersebut. Metode analisis finansial yang akan digunakan adalah dengan ROI (*Return on Investment*) dan NPV (*Net Present Value*).

a. ROI (*Return on Investment*)

Analisis finansial dengan metode ROI (*Return on Investment*) adalah sebuah pendekatan untuk menilai sejauh mana suatu investasi telah menghasilkan keuntungan atau laba dibandingkan dengan biaya yang telah dikeluarkan untuk investasi tersebut. ROI adalah salah satu metrik yang digunakan untuk mengukur efisiensi dan profitabilitas dari suatu investasi atau proyek [13].

Rumus ROI yaitu sebagai berikut:

$$\text{ROI} = \frac{(\text{Total Penjualan} - \text{Investasi})}{\text{Biaya Investasi}} \times 100\%$$

Pada pembuatan alat pengawasan bermain anak ini dapat menentukan keuntungan dari ROI sebagai berikut.

Diketahui:

Total biaya + cost = Rp2.380.000

Proyeksi penjualan 1 tahun = 75 alat

ROI = 40%

Maka keuntungannya (p) yaitu:

$$\frac{\text{Keuntungan Bersih}}{\text{Total Biaya}} = \text{ROI}$$

Keuntungan bersih merupakan proyeksi penjualan 1 tahun \times keuntungan (p) dikurangi dengan total biaya dan *cost* nya, maka:

$$\frac{75p - Rp2.680.000}{Rp2.680.000} = 0,4$$

$$p = \frac{Rp1.072.000 + Rp2.680.000}{75}$$

$$p = Rp50.026,67$$

Dari perhitungan tersebut, didapatkan bahwa keuntungan selama 1 tahun produksi alat tersebut yaitu sebesar Rp50.026,67

b. NPV (*Net Present Value*)

NPV membantu dalam mengukur nilai sekarang (*present value*) dari semua arus kas (*cash flow*) yang diharapkan diterima atau dikeluarkan selama umur investasi atau proyek.

Rumus NPV (*Net Present Value*) yaitu:

$$NPV = \sum_{t=1}^t \frac{CF_t}{(1+r)^t} - C_0$$

Keterangan:

NPV = *Net Present Value* (rupiah)

CF_t = arus kas per tahun pada periode t (*total income - outcome*)

r = suku bunga atau *discount rate* (%)

C₀ = investasi awal pada tahun ke 0 (rupiah)

Maka:

$$\begin{aligned} NPV &= -Rp2.680.000 + \sum_{t=1}^t \frac{Rp1.072.000}{(1+r)^t} \\ &= -Rp2.680.000 + \frac{Rp1.072.000}{(1,05)} + \frac{Rp1.072.000}{(1,05)^2} + \frac{Rp1.072.000}{(1,05)^3} \\ &= -Rp2.680.000 + Rp1.020.952,38 + Rp 972.335,601 + Rp \\ & \quad 926.003,906 \end{aligned}$$

$$= -\text{Rp}2.680.000 + \text{Rp}2.919.321,89$$

$$\text{NPV} = \text{Rp}239.321,89$$

Untuk Rp1.072.000 didapatkan dari total biaya dikali dengan 0,4 atau ROI. Dari hasil perhitungan tersebut, maka didapatkan NPV Rp239.321,89 selama periode 3 tahun penjualan.

