

Aplikasi Pembatasan Area *Virtual (Geofence)* Untuk Pemantauan Aktifitas Anak-Anak Menggunakan *Smartphone* dan *Smartwatch*

I Nyoman Eddy Indrayana¹, I Putu Sutawinaya², Ni Made Wirasyanti Dwi Pratiwi³, Kadek Amerta Yasa⁴

^{1,2,4}Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bali

³Akuntansi, Politeknik Negeri Bali

¹eddyindrayana@pnb.ac.id, ²sutawinaya_putu@pnb.ac.id, ³madewirasyantidwipratiwi@pnb.ac.id, ⁴amerta.yasa@pnb.ac.id

Abstract

Monitoring the movement of children is needed by parents to avoid things that are not desirable. GPS technology can be used to carry out surveillance via cellphones combined with virtual area restrictions (geofence) to increase supervision when parents are not near their children. This virtual area limitation will help provide automatic signals to parents when children move outside the permitted area. This application is built using the Unified System Development Process (USDP) method and applies the Haversine formula to calculate the distance between two positions on earth. The Haversine formula is used in the process of detecting whether an object is in the permitted area or not. The virtual area limitation in this application uses a circle shape. This application requires two actors, namely the parent actor who acts as a monitor and the child actor who acts as the object being monitored. Parents use Android phones to see children's movements via Google Maps and at the same time to manage the child's geofences so that monitoring is easier. Meanwhile, the child uses a smartwatch to send the latitude and longitude coordinates of his position to the firebase database server. The smartwatch device used by the child is lighter and more practical because it is worn on the hand.

Keywords: geofence, haversine formula, children's monitoring application

Abstrak

Pemantauan pergerakan anak-anak sangat dibutuhkan oleh orang tua untuk menghindari hal hal yang tidak diinginkan. Teknologi GPS dapat dimanfaatkan untuk melakukan pengawasan melalui *smartphone* yang dikombinasikan dengan pembatasan area secara *virtual (geofence)* untuk meningkatkan pengawasan pada saat orang tua tidak berada di dekat anak-anaknya. Pembatasan area secara *virtual* ini akan membantu memberikan sinyal otomatis kepada orang tua pada saat anak-anak melakukan pergerakan diluar area yang diijinkan. Aplikasi ini dibangun menggunakan metode *Unified System Development Process (USDP)* dan menerapkan rumus Haversine untuk menghitung jarak antara 2 posisi di bumi. Rumus Haversine ini digunakan dalam proses mendeteksi apakah suatu objek berada pada area yang diijinkan atau tidak. Pembatasan area *virtual* dalam aplikasi ini menggunakan bentuk lingkaran. Aplikasi ini membutuhkan 2 aktor yaitu aktor orang tua yang bertindak sebagai pemantau dan aktor anak yang bertindak sebagai objek yang dipantau. Orang tua menggunakan *smartphone android* untuk melihat pergerakan anak melalui *google map* dan sekaligus untuk mengatur *geofence* si anak sehingga lebih mudah melakukan pemantauan. Sedangkan si anak menggunakan *smartwatch* untuk mengirimkan koordinat *latitude* dan *longitude* posisinya ke server database *firebase*. Perangkat *smartwatch* yang digunakan si anak ini, lebih ringan dan lebih praktis karena dipakai di tangan.

Kata kunci: *geofence*, rumus haversine, aplikasi pemantauan anak-anak.

1. Pendahuluan

Dewasa ini, orang tua sangat sibuk dengan rutinitas mereka dalam menghidupi keluarganya [1]. Sering kali orang tua tidak memiliki waktu untuk memantau pergerakan anak-anaknya karena sibuk dengan pekerjaan di kantor atau urusan mereka sendiri [2]. Sedangkan anak-anak sering kali lupa pada saat bermain terlebih lagi diluar jam sekolah sehingga orang tua sering kehilangan posisi anak pada saat melakukan aktivitas di luar ruangan [3]. Orang tua sering mengkhawatirkan keselamatan anak-anak mereka, sementara orang tua tidak ada untuk anak-anak mereka. Orang tua seringkali khawatir dengan keselamatan anaknya, sedangkan orang tua tidak berada di samping anaknya.

Orang tua menginginkan sistem yang dapat memantau posisi anak-anak mereka dan dapat membatasi pergerakan anak-anak mereka. Orang tua ingin mendapatkan notifikasi jika anak beraktivitas di luar

area yang tidak diizinkan. Ini untuk mengurangi kejadian yang tidak diinginkan dari orang tua, terhadap anak-anaknya

Kini, teknologi GPS hadir di tengah-tengah kita untuk membantu menentukan posisi suatu benda di bumi [4,5]. Teknologi GPS [6] ini dapat digabungkan dengan pembatasan *virtual (geofence)* untuk membatasi pergerakan suatu objek di suatu area tertentu [7]. Untuk mendapatkan posisi lintang dan bujur GPS, diperlukan perangkat keras penerima sinyal GPS. Penerima GPS memerlukan minimal 3 sinyal satelit GPS [8] untuk mendapatkan koordinat garis lintang dan bujur yang akurat. Jika sinyal satelit terhalang oleh gedung-gedung tinggi, gunung atau pepohonan, akurasi posisi koordinat akan berkurang. Sekarang penerima sinyal GPS semakin kecil ukurannya, dan sekarang tertanam dengan perangkat keras lain, seperti ponsel pintar dan jam tangan pintar.

Teknologi GPS ini dapat digabungkan dengan pembatasan virtual (*geofence*) untuk membatasi pergerakan suatu objek di suatu area tertentu [9]. Pemanfaatan koordinat GPS dapat digunakan pada batas virtual (*geofence*) dengan mengatur batas virtual terlebih dahulu. Areal yang cukup lumayan ini menjadi patokan bagi anak-anak untuk beraktivitas. Sistem dibuat untuk mendeteksi apakah posisi anak masih berada di dalam kawasan yang diizinkan, atau berada di luar batas kawasan aman. Notifikasi akan diberikan kepada orang tua jika anaknya melakukan aktivitas di luar *geofence*.

Segara dan Subari membuat aplikasi pemantauan anak dengan *geofence* [1]. Aplikasi ini dibuat dengan 2 sistem. Pihak orang tua menggunakan aplikasi berbasis web dan pihak anak-anak menggunakan aplikasi android yang diinstalasi pada smartphone. Aplikasi android si anak difungsikan untuk mendaftarkan perangkat baru dan data si anak ke sistem. Disamping itu smartphone anak digunakan untuk mengirimkan posisi dari si anak ke server setelah berhasil login ke sistem. Orang tua dapat melihat posisi anak-anak secara realtime melalui aplikasi web yang dilengkapi dengan google map. Orang tua juga dapat mengatur *geofence* melalui aplikasi berbasis web ini. Jika si anak melakukan aktifitas di luar *geofence* yang sudah ditetapkan, maka aplikasi orang tua akan memberikan notifikasi bahwa si anak berada diluar area yang diijinkan.

Penelitian yang dibuat oleh Karthikeyan juga menggunakan *geofence* untuk memantau dan melacak penyedia jasa pengasuh bayi di sekitar pengguna sistem [10]. Aplikasi ini diperuntukkan kepada orang tua yang memiliki sedikit waktu untuk mengurus pekerjaan di rumah, karena sibuk dengan pekerjaan kantor. Pengguna aplikasi bisa menjadi pelanggan dan bisa juga menjadi penyedia layanan. Aplikasi ini juga menyediakan layanan seperti perawatan bayi, perawatan pasien, perawatan di rumah, perawatan anak yatim dan layanan berbagi lokasi.

Penelitian yang dilakukan oleh Beny yaitu membuat aplikasi *geofence* untuk membatasi pergerakan anak [2]. Aplikasi ini membutuhkan minimum 2 perangkat smartphone. Satu *smartphone* digunakan oleh pihak orang tua untuk mendaftarkan data anak yang akan dipantau, melakukan pengaturan *geofence* dan digunakan untuk melihat posisi anak melalui google map. Smartphone lainnya digunakan oleh si anak untuk mengirimkan posisi latitude dan longitude ke server. Dari segi fleksibilitas dan mobilitas Penggunaan smartphone relatif lebih "merepotkan" untuk anak, terlebih tingkat kontrol anak yang rendah, smartphone memerlukan space untuk penyimpanan atau membawa sehingga sering kali anak teledor, terlupakan yang mengakibatkan perangkat tersebut hilang, ataupun tertinggal.

Dhiraj Sunehra membuat alat yang digunakan orang tua untuk memantau posisi anak-anak di sekolah [11]. Alat ini juga terhubung dengan otoritas sekolah sehingga sekolah juga dapat memantau pergerakan anak selama di

sekolah. Pada penelitian Sunehra dibuat modul transmisi data anak dengan mikrokontroler ARM7 LPC2148 yang dihubungkan ke beberapa modul diantaranya modul penerima GPS, modul GSM dan modul catu daya. Posisi latitude dan longitude anak dikirimkan secara berkala melalui perangkat yang digunakan oleh anak, ke smartphone orang tua melalui pesan SMS. Smartphone orang tua dapat melihat posisi anaknya di google map sesuai dengan data posisi yang telah dikirimkan. Dalam penelitian Sunehra, perangkat keras untuk transmisi posisi anak masih memiliki ukuran yang relatif besar sehingga perlu dipikirkan untuk menggunakan alat yang memiliki dimensi lebih kecil dan cara mengirimkan data posisi masih menggunakan SMS (*Short Message Service*).

Aditi Gupta membangun aplikasi untuk melacak lokasi anak dan mengirimkan pesan berupa SMS ke orang tua jika anak berada dalam keadaan darurat [12]. Model arsitektur tujuan Aditi Gupta untuk keselamatan anak melalui smartphone yang menyediakan fitur untuk melacak lokasi anak dan mengirim pesan pendek [12], jika anak tersebut dalam keadaan darurat. Model arsitektur sistem yang diusulkan adalah dilengkapi dengan fasilitas *geofence*. Sistem akan mengirimkan file SMS sebagai pemberitahuan, jika anak-anak melewati batas virtual yang sudah di set sebelumnya. Orang tua bisa mengatur lebih dari satu *geofence* setiap saat sesuai dengan keperluan mereka.

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan program untuk pembatasan area virtual untuk anak-anak dengan menggunakan *smartwatch* dari pihak pengguna anak-anak dan menggunakan smartphone dari pihak pengguna orang tua. Penggunaan *smartwatch* lebih fleksible dan lebih ringan untuk anak-anak.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode pengembangan rekayasa perangkat lunak Unified Software Development Process (USDP) [13]. USDP merupakan metodologi untuk pengembangan perangkat lunak, khususnya perangkat lunak berorientasi objek. Metode ini diawali dengan pembuatan use case, yang pada prinsipnya mendapatkan spesifikasi kebutuhan pengguna. Metode USDP memiliki 4 tahapan kerja, yaitu

Inception, merupakan tahapan pembuatan perangkat lunak dengan melakukan wawancara kepada pihak pengguna. Tahap ini dilakukan identifikasi terhadap kebutuhan aplikasi yang akan dibangun. Dilakukan pengumpulan data terhadap input dan output sistem sehingga diharapkan terjadi penyamaan persepsi antara keinginan pengguna dengan pembuat aplikasi.

Elaboration, merupakan tahapan lanjutan setelah inception. Data yang diperoleh dari tahapan inception ditransformasikan ke dalam diagram diagram sebagai persiapan untuk programmer membuat code ke dalam bahasa pemrograman tertentu. Pendekatan perangkat lunak berbasis objek dapat menggunakan diagram Use

Case. Diagram Use Case digunakan untuk menggambarkan sistem secara fungsional. Diagram Use Case terdiri dari beberapa elemen dasar yaitu Aktor, pembatas sistem (*boundary system*), use case, dan relasi antar use case. Aktor dapat berupa orang, profesi, institusi, perangkat keras, atau sistem lain yang berperan dalam berinteraksi dengan sistem. Suatu use case di stimulus minimal oleh seorang aktor, dan antar case dapat mempunyai hubungan dalam bentuk “*extends*” atau “*include*”. *Extends* mengandung pengertian perluasan dari suatu case menjadi case yang lain jika kondisi atau ketentuan terpenuhi. Use case perluasan tersebut dapat dilaksanakan atau dapat juga tidak dilaksanakan. Sedangkan hubungan *include* mengandung pengertian use case yang ditambahkan harus dilaksanakan jika use case yang dihubungkan tadi dilakukan.

Construction, merupakan tahapan dimana diagram diagram yang sudah dibuat di tahapan elaborasi diterjemahkan ke dalam bahasa pemrograman tertentu untuk membangun user interface yang sesuai dengan keinginan pengguna. Tentunya pada tahapan ini kesalahan-kesalahan coding harus diperbaiki, supaya aplikasi yang dibuat dapat terwujud sesuai dengan rancangan awal.

Transition, merupakan tahapan dimana aplikasi diterapkan pada pengguna. Hal hal yang diperlukan dalam penyempurnaan aplikasi dan pengujian sesuai dengan lingkungan sesungguhnya dilakukan dalam tahap ini.

Dalam metode USDP terdapat iterasi di setiap tahap yang sudah diuraikan diatas. Iterasi yang dilakukan yaitu tahapan persyaratan, analisis, desain, implementasi, dan pengujian.

Dalam pembuatan aplikasi menggunakan pembatas virtual(*geofence*) ini digunakan satu rumus untuk menghitung jarak antara 2 posisi(point) di bumi. Rumus yang digunakan adalah rumus haversine [14,15]. Rumus ini cocok untuk membuat pembatas virtual dalam bentuk lingkaran. Adapun rumus haversine [16,17] tersebut adalah:

$$\text{Haversine} \left(\frac{d}{r} \right) = \text{haversine}(\phi_2 - \phi_1) + \cos(\phi_1) \cos(\phi_2) \text{haversine}(\lambda_2 - \lambda_1) \quad (1)$$

dimana : Haversine (x) = 1-cos (x) / 2, d adalah jarak antara dua titik, r adalah jari-jari bola, ϕ_1 , ϕ_2 adalah garis lintang titik1 dan garis lintang titik 2. λ_1 , λ_2 adalah bujur titik 1 dan bujur titik 2.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Usulan Desain Sistem

Pada Tahap Inception penelitian ini , dilakukan pengumpulan data input dan wawancara ke pengguna aplikasi. Dari pengumpulan data awal dibutuhkan 2 aktor sebagai pengguna sistem yaitu orang tua dan anak. Aktor orang tua dan anak memiliki peranan masing-masing dalam sistem. Dalam aplikasi ini, aktor anak-anak merupakan objek yang dipantau oleh aktor orang tua. Aplikasi pembatasan area secara virtual ini membutuhkan data primer seperti data posisi anak, data keluarga, data batas *geofence*, dan data orang tua. Pada aplikasi ini membutuhkan *smartphone* dan *smartwatch* untuk komunikasi antara orang tua dan anak-anak. *Smartphone* digunakan oleh orang tua sedangkan *smartwatch* digunakan oleh anak-anak.

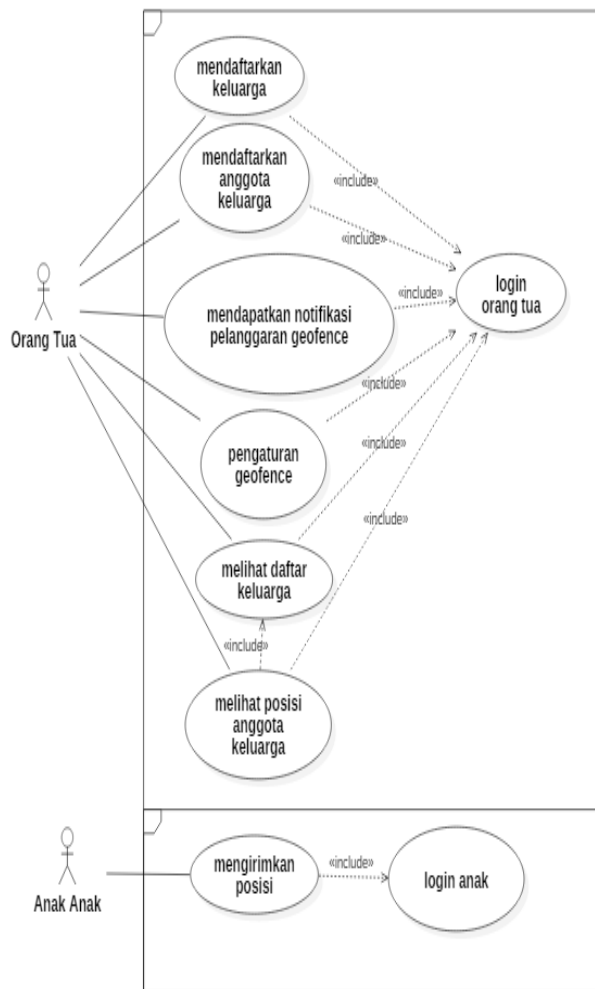
Aktor anak-anak menggunakan perangkat *smartwatch* yang dilengkapi perangkat GPS. Aplikasi pada smart watch, akan mengirimkan posisi anak-anak ke database Firebase melalui jaringan internet. Para orang tua, melalui *smartphone* mereka, akan mengambil data dari database Firebase, yang kemudian menampilkan posisi anak-anak di peta google. Orang tua juga dapat membuat pengaturan *geofence* melalui perangkat *smartphone* mereka. Notifikasi diberikan kepada orang tua melalui perangkat *smartphone* jika anak-anak berada di luar area yang diizinkan.

Sistem dirancang secara fungsional untuk memiliki beberapa fasilitas seperti berikut: (1)Anak-anak dapat mengirimkan posisi mereka secara real-time ke server. (2)Orang tua dapat melihat semua nama anggota keluarga mereka. (3)Orang tua dapat melihat semua posisi anak secara real-time di peta google. (4)Orang tua dapat menetapkan pembatasan wilayah untuk setiap anak. (5)Orang tua dapat menerima pemberitahuan jika anak-anak melewati batas pembatasan wilayah yang telah ditentukan.

Aplikasi ini dibuat dengan menggunakan Android Studio dan Google API untuk menampilkan peta google. Database firebase digunakan untuk menyimpan data sistem secara real-time.

Pada tahap elaboration, dilakukan pembuatan use case diagram dari data data yang di peroleh pada tahap inception.

Use Case Aplikasi Pembatasan Virtual Anak Anak



Gambar 1. Use Case Diagram Aplikasi Pembatasan Area Virtual Anak-Anak

Pada gambar 1, Use case “mendaftarkan keluarga”, digunakan oleh aktor orang tua untuk untuk mendaftarkan nama keluarga melalui aplikasi mobile. Data-data keluarga yang didaftarkan diantaranya id kepala keluarga, nama keluarga, nama kepala keluarga, alamat keluarga, dan kata sandi. Sebagai identifikasi digunakan email kepala keluarga. Use case “mendaftarkan anggota keluarga”, dilakukan oleh aktor orang tua untuk mendaftarkan nama anggota keluarga. Use case ini digunakan untuk mendaftarkan data anak. Data anak seperti nomor kartu seluler anak, nama anak, nama panggilan, dan tanggal lahir. Use case “mendapatkan notifikasi pelanggaran geofence” digunakan oleh aktor orang tua untuk mendapatkan sinyal atau tanda dari aplikasi, jika ada salah satu dari anggota keluarga melakukan pergerakan keluar dari geofence yang sudah ditetapkan sebelumnya. Use case ”pengaturan geofence” digunakan oleh aktor orang tua untuk mengatur area yang diperbolehkan anak – anak melakukan aktifitas pada tanggal tertentu. Use case “melihat daftar keluarga” dilakukan oleh aktor orang tua, untuk melihat semua anggota keluarga yang terdaftar di aplikasi. Fasilitas ini untuk memudahkan

para orang tua mengetahui siapa di antara anaknya yang belum atau siapa yang sudah terdaftar. Daftar ini dapat digunakan sebagai media untuk membantu memilih posisi anaknya di google map. Use case “melihat posisi anggota keluarga”, dilakukan oleh orang tua pelaku untuk melihat posisi anak di google map. Orang tua bisa melihat posisi anak yang dipilih melalui daftar di layar *smartphone* android. Posisi anak akan bergerak secara real-time, sesuai dengan pergerakan anak. Semua use case yang sudah disebutkan di atas, terlebih dahulu melakukan use case “login orang tua” untuk melakukan proses validasi bahwa aktor orang tua yang login memiliki hak akses ke dalam aplikasi.

Aktor anak-anak dapat melakukan use case “login anak-anak” dan use case “mengirimkan posisi”. Use case “mengirimkan posisi” dilakukan oleh aktor anak-anak, dimana anak-anak terlebih dahulu melakukan use case “login anak”. Hanya username dan password yang terdaftar di database yang boleh masuk ke aplikasi. Setelah valid, anak-anak dapat mengirim posisi lintang dan bujur mereka melalui perangkat *smart watch* yang mana data posisi anak-anak ini akan disimpan ke dalam database firebase.

3.2. Pengaturan Geofence

Aplikasi ini dibangun dengan menerapkan pembatasan area virtual dalam bentuk area lingkaran. Area lingkaran ini sebagai batas wilayah yang boleh dilalui atau ditempati anak-anak selama melakukan aktivitas. Area virtual lingkaran ini akan disimpan dalam bentuk dua titik yaitu posisi titik pusat lingkaran dan titik terluar yang diijinkan. Sehingga kita perlu menghitung jarak anatar dua titik di bumi dengan menggunakan rumus haversine. Rumus haversine ini akan menghitung jarak menghitung jarak antara posisi lintang dan bujur si anak dengan titik pusat geofence. Jarak ini kita sebut sebagai jarak maksimum. Kemudian kita menghitung jarak posisi anak dengan titik tengah geofence yang kita sebut jarak anak. Jika jarak anak lebih besar dari jarak maksimal maka posisi anak berada di luar area yang diperbolehkan.

Untuk implementasi pada source code java android studio perhitungan jarak menggunakan rumus haversine dapat dilihat berikut ini:

Method untuk menghitung jarak(rumus haversine)

```
public static double
getDistanceFromLatLngInMeter
(double lat1, double lon1, double
lat2, double lon2) {
    final int R = 6371; // Radius of the earth

    double latDistance =
Math.toRadians(Math.abs(lat2 - lat1));
    double lonDistance =
Math.toRadians(Math.abs(lon2 - lon1));

    double a = Math.sin(latDistance / 2) *
Math.sin(latDistance / 2)
+ Math.cos(Math.toRadians(lat1))
* Math.cos(Math.toRadians(lat2))
* Math.sin(lonDistance / 2)
```

```

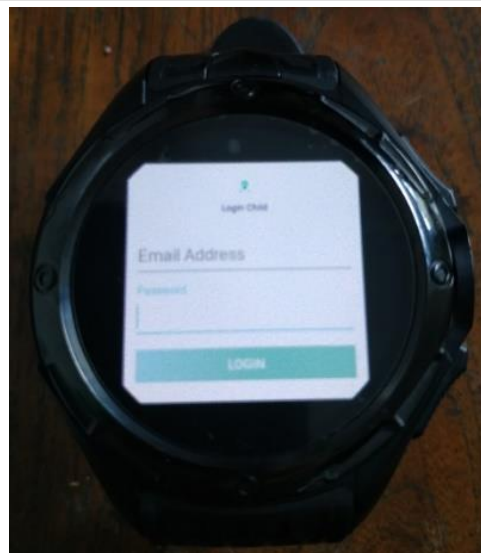
        * Math.sin(lonDistance / 2);
        double c = 2 * Math.atan2(Math.sqrt(a),
Math.sqrt(1 - a));
        double distance = R * c * 1000; //
distance in meter
        distance = Math.pow(distance, 2);
        return Math.sqrt(distance);
    }

    public static double
    getDistanceFromLatLonInKm(long lat1, long
lon1, long lat2, long lon2) {
        double R = 6371D; // Radius of the earth
in km
        double dLat = deg2rad(lat2 - lat1); //
deg2rad below
        double dLon = deg2rad(lon2 - lon1);
        double a =
            Math.sin(dLat / 2) * Math.sin(dLat
/ 2) +
                Math.cos(deg2rad(lat1)) *
Math.cos(deg2rad(lat2)) *
                    Math.sin(dLon / 2)
* Math.sin(dLon / 2);
        double c = 2 * Math.atan2(Math.sqrt(a),
Math.sqrt(1 - a));
        Log.e(Constant.TAG,
"getDistanceFromLatLonInKm: " + c);
        return R * c;
    }

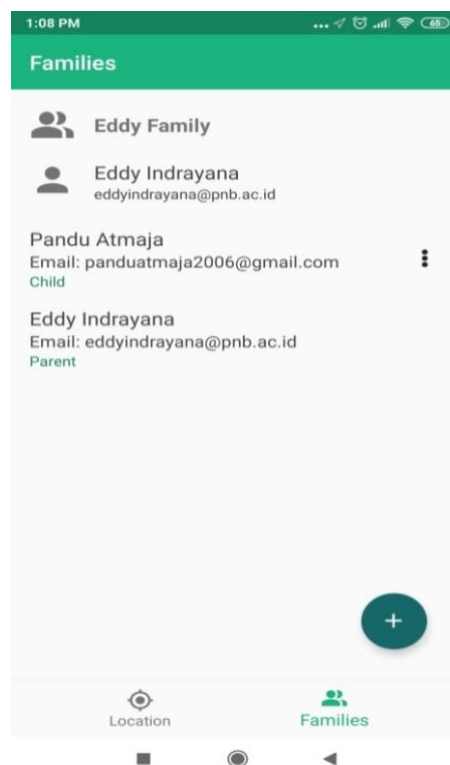
```

3.3. Pengujian Aplikasi

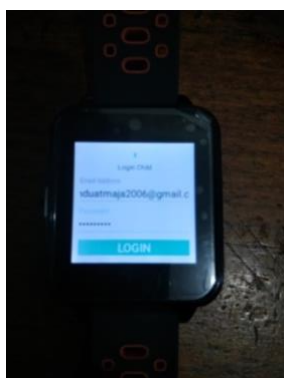
Implementasi dari penelitian ini menggunakan database firebase. Sehingga harus dipastikan perangkat yang kita pakai minimum menggunakan target API level 16 (*Jelly Bean*) atau yang lebih tinggi dan menggunakan Gradle 4.1 atau yang lebih baru. Smart watch yang digunakan dalam pengujian ada 2 type . Type 1 *smartwatch* Q1 Pro dengan sistem operasi Android 6.0, CPU: MTK6737 Quad Core, 1.3GHz yang tampilannya dapat dilihat pada gambar 3. Type 2 *smartwatch* All Call W2 3G dengan sistem operasi Android 7.0, CPU : MTK6580 Quad Core,1.3GHz yang tampilannya dapat dilihat pada gambar 4. Dari dua type *smartwatch* yang dilakukan pengujian ini, aplikasi dapat berjalan secara normal. Aplikasi ini juga diimplementasikan menggunakan fasilitas dari google map untuk melihat posisi dan pergerakan anak. Untuk menggunakan Maps JavaScript API, kita harus memiliki kunci API. Kunci API adalah kunci unik yang digunakan untuk mengautentikasi permintaan yang terkait dengan aplikasi yang kita buat dalam hal penggunaan peta sumber daya dari google. Berikut beberapa tampilan aplikasi yang telah dibangun:



Gambar 3. Tampilan Login Pada *Smartwatch* All Call W2



Gambar 4. Tampilan Daftar Keluarga

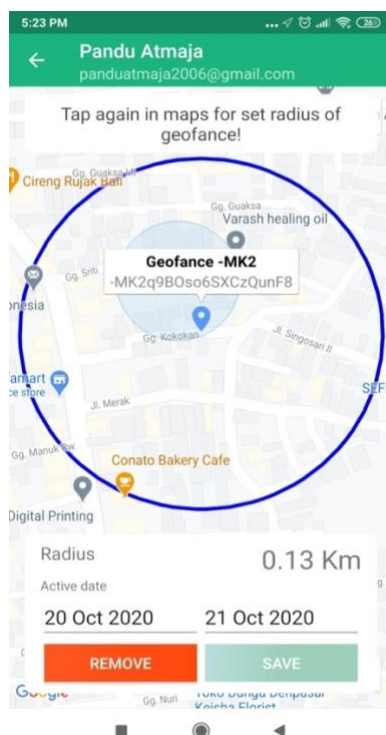


Gambar 2. Tampilan Login Pada *Smartwatch* Q1 Pro

Pada gambar 4 , merupakan tampilan dari daftar anggota dari suatu keluarga dengan seorang ayah. Dari user interface ini orang tua dapat melihat semua anak yang sudah terdaftar. Gambar 5 adalah tampilan posisi anak pada google map. Semua anak yang terdaftar menggunakan *smartwatch* akan terlihat di google map. Sedangkan tampilan pada gambar 6 adalah tampilan pengaturan *geofence* dari si anak. Pengaturan *geofence* dapat dilakukan dari tanggal sampai tanggal tertentu dan dapat diatur radiusnya.



Gambar 5. Tampilan Posisi Anak Pada Google Map



Gambar 6. Tampilan Pengaturan Geofence

4. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah pembatasan area secara virtual dapat diterapkan menggunakan *smartphone* dan *smartwatch* dengan sistem operasi Android. Aktor yang terlibat dalam aplikasi pembatasan area virtual ini yaitu aktor orang tua dan aktor anak. Rumus haversine dapat diterapkan pada geofence berbentuk lingkaran untuk mendeteksi apakah suatu posisi berada di area yang diijinkan ataukah berada

di area yang tidak diijinkan. Penggunaan *smartwatch* lebih fleksible dan lebih ringan untuk anak-anak yang memiliki mobilitas yang relatif tinggi.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Kementerian Riset dan Teknologi / Badan Riset dan Inovasi Nasional yang telah membiayai penelitian ini, sesuai dengan Amandemen Kontrak Penelitian No.133/SPH/AMD/LT/DRPM/2020 SP DIPA-042.06.1.401516/2020 tanggal 12 November 2019 dan Kontrak Penelitian No. 802/PL8/AMD/LT/2020.

Daftar Rujukan

- [1] Segara, R. and Subari, S., 2017, Sistem Pemantauan Lokasi Anak Menggunakan Metode Geofencing Pada Platform Android, *Jurnal Teknologi dan Manajemen Informatika*, vol. 3, no. 1, doi: 10.26905/jtmi.v3i1.629.
- [2] Beny, Budiman, J., and Nugroho, A., 2017, Implementasi Geofencing Pada Aplikasi Layanan Pemantau Anak Berbasis Lokasi, in *2nd Seminar Nasional IPTEK Terapan (SENIT)*, pp. 63–66.
- [3] Indrayana, I. N. E., Sutawinaya, P., Wirasyanti, N. M., Swardika, I. K., and Sunu, P. W., 2020, Design of Children Monitoring Application for Outdoor Activities Using a Smart Watch, in *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1569, p. 32093, doi: 10.1088/1742-6596/1569/3/032093.
- [4] Sudiarta, I. K. G., Indrayana, I. N. E., Suasnawa, I. W., and Ciptayani, P. I., 2018, Design And Implementation of Group Tourist Monitoring Application With Realtime Database Firebase, in *International Conference on Science and Technology (ICST 2018)*, Dec. 2018, pp. 1078–1083, doi: <https://doi.org/10.2991/icst-18.2018.217>.
- [5] Sudiarta, I. K. G., Indrayana, I. N. E., Suasnawa, I. W., Asri, S. A., and Sunu, P. W., 2020, Data Structure Comparison between MySql Relational Database and Firebase Database NoSql on Mobile Based Tourist Tracking Application, *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1569, no. 3, doi: 10.1088/1742-6596/1569/3/032092.
- [6] Rahate, S. and Shaikh, M., 2016, Geo-fencing Infrastructure: Location Based Service, *International Research Journal of Engineering and Technology*, vol. 03, no. 11, pp. 1095–1098.
- [7] Bohli, J. M., Dobre, D., Karame, G. O., and Li, W., 2014, PrivLoc: Preventing location tracking in Geofencing services, in *International Conference on Trust and Trustworthy Computing*, , vol. 8564, April 2014, pp. 143–160, doi: 10.1007/978-3-319-08593-7_10.
- [8] Daniel, L. E. and Daniel, L. E., 2012, Global Positioning Systems, in *Digital Forensics for Legal Professionals*, L. E. Daniel and L. E. B. T.-D. F. for L. P. Daniel, Eds. Boston: Elsevier, pp. 309–319.
- [9] Priyanka Mohite, Adarsh Nair, N. S., 2016, Geofencing and Location Based Reminder Services, *International Journal of Advance Engineering and Research Development*, vol. 3, no. 10, pp. 137–141, doi: 10.21090/ijaerd.031025.
- [10] Karthikeyan, B., Charan, R., Ganapathy, L., Gobuviknesh, J., and Afsal, P., 2017, Self-Care Application Using Android Google Maps and Geofence, *International Journal of Computer Science Trends and Technology*, vol. 5, no. 2, pp. 28–32.
- [11] Sunehra, D., Priya, P. L., and Bano, A., 2016, Children Location Monitoring on Google Maps Using GPS and GSM Technologies, in *2016 IEEE 6th International Conference on Advanced Computing (IACC)*, Feb. 2016, pp. 711–715, doi: 10.1109/IACC.2016.137.
- [12] Gupta, A. and Harit, V., 2016, Child Safety & Tracking Management System by Using GPS, Geo-Fencing & Android Application: An Analysis, in *2016 Second International Conference on Computational Intelligence & Communication Technology (CICCT)*, Feb. 2016, pp. 683–686, doi: 10.1109/CICCT.2016.141.

- [13]Wang, Z., 2011, The study of smart phone development based on UML, *2011 International Conference on Computer Science and Service System, CSSS 2011 - Proceedings*, pp. 2791–2794, doi: 10.1109/CSSS.2011.5973939.
- [14]Dauni, P., Firdaus, M. D., Asfariani, R., Saputra, M. I. N., Hidayat, A. A., and Zulfikar, W. B., 2019, Implementation of Haversine formula for school location tracking, *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1402, no. 7, doi: 10.1088/1742-6596/1402/7/077028.
- [15]Ganesh and Kumar, V., 2015, Indoor Wireless Localization using Haversine Formula, *Iarjset*, vol. 2, no. 7, pp. 59–63, doi: 10.17148/IARJSET.2015.2713.
- [16]Hartanto, S., Furqan, M., Putera, A., Siahaan, U., and Fitriani, W., 2017, Haversine Method in Looking for the Nearest Masjid, *International Journal of Recent Trends in Engineering and Research*, vol. 3, no. 8, pp. 187–195, doi: 10.23883/ijrter.2017.3402.pd61h.
- [17]Alsaqer, M., Hilton, B., Horan, T., and Aboulola, O., 2015, Performance Assessment of Geo-triggering in Small Geo-fences: Accuracy, Reliability, and Battery Drain in Different Tracking Profiles and Trigger Directions, *Procedia Engineering*, vol. 107, pp. 337–348, doi: 10.1016/j.proeng.2015.06.090.