JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering)

Available online <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jite> DOI : 10.31289/jite.v4i2.4470

Received: 17 November 2020

Accepted: 13 January 2021

Published: 18 January 2021

Applied of Geofencing in Microcontroller with Linear Inequality Approach of Two Variables

Julham^{1*)}, Hikmah Adwin Adam¹⁾

1) Program Studi Manajemen Informatika, Politeknik Negeri Medan, Indonesia

*Corresponding Email: julham@polmed.ac.id

Abstrak

Geofencing merupakan suatu batas virtual yang mengelilingi sebuah area geografis. Area geografis terdiri-dari banyak titik yang mana nilai titik dapat diketahui dengan menggunakan perangkat GPS (*Global Positioning System*). Sekarang ini perangkat GPS sudah ada yang berbentuk hanya modul GPS saja, sehingga bisa dikembangkan secara mandiri sesuai kebutuhan. Contoh dari modul tersebut adalah modul GPS GY-NEO6MV2 (Ublox NEO6MV2). Modul ini dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler melalui komunikasi serial. Untuk itu penerapan geofencing ke mikrokontroler dapat dilakukan. Wilayah geofencing-nya berbentuk segitiga sembarang yang lokasinya di sekitar kampus Politeknik Negeri Medan, dimana pendekatan Pertidaksamaan Linear Dua Variabel digunakan dalam menentukan wilayah tersebut. Metode penelitian yang digunakan adalah research and development (R&D). Total rata-rata penyimpangan titik ukur jika dibandingkan dengan GPS buatan pabrik adalah 6,455127033 meter. Dan sistem memberikan indikator OUT jika berada di luar wilayah geofencing dan indikator IN jika berada di dalam wilayah geofencing.

Kata Kunci: mikrokontroler, geofencing, gps, indikator.

Abstract

Geofencing is a virtual boundary that surrounds a geographic area. The geographic area consists of many points where the point value can be determined using a Global Positioning System (GPS) tool. Currently there are GPS devices that are only GPS modules, so they can be developed independently as needed. An example of such a module is the GPS module GY-NEO6MV2 (Ublox NEO6MV2). This module can communicate with the microcontroller via serial communication. For that, the application of geofencing to the microcontroller can be done. The geofencing area is in the form of an arbitrary triangle which is located around the Medan State Polytechnic campus, where the Two Variable Linear Inequality approach is used in determining the area. The research method used is research and development (R&D). The total average deviation of the measuring point when compared to factory-made GPS is 6.455127033 meters. And the system provides an OUT indicator if it is outside the geofencing area and an IN indicator if it is inside the geofencing area.

Keywords: Webcam, QR Code, detection, server.

How to Cite: Julham. & Adam, H.A. (2021). Applied Of Geofencing In Microcontroller with Linear Inequality Approach Of Two Variables. *JITE (Journal Of Informatics And Telecommunication Engineering)*. 4(2): 355-363.

I. PENDAHULUAN

Titik koordinat yang dihasilkan oleh GPS (Global Positioning System) dapat dimanfaatkan untuk monitoring posisi (geolocation), penanda posisi atau lokasi (geotagging) dan perimeter pergerakan (geofencing). Istilah Perimeter dapat diterjemahkan sebagai garis pertahanan atau batas pinggir. Dalam penelitian sebelumnya, perimeter yang difungsikan untuk memberi notifikasi ke pemilik ketika objek berada di dalam atau di luar batas area geografis yang sudah ditentukan. Hal ini sudah diteliti oleh Roly Segara dan Subari Dgz dalam tulisannya yang berjudul Sistem Pemantauan Lokasi Anak Menggunakan Metode Geofencing Pada Platform Android (Segara, R., & Subari, S., 2017), selain itu sudah diteliti juga oleh Joko Priono dan Eko Budi Setiawan dalam tulisannya berjudul Pembangunan Aplikasi Geofencing Dalam

Monitoring Pengiriman Kendaraan Pada Pt. Cannonex Indonesia (Priono, J., & Setiawan, E., 2017) Kedua penelitian tersebut menggunakan aplikasi yang berjalan di sistem operasi Android. Di sisi lain peneliti ingin mengetahui besar penyimpangan titik koordinat bumi yang terbaca oleh sistem saat berada di dalam wilayah geofencing dan di luar wilayah geofencing.

Istilah lain dari pertidaksamaan linear dua variabel adalah sistem pertidaksamaan linear dua variabel (SPtLDV) yakni berupa kalimat terbuka matematika yang didalamnya terdapat dua variabel, contohnya variabel X dan variabel Y (Rohimah, S. M., 2017). Sedangkan derajat dari masing-masing variabel tersebut adalah berderajat satu dan dihubungkan dengan suatu tanda ketidaksamaan antara lain $>$, $<$, $\leq$ atau $\geq$. Sehingga simbol pertidaksamaan linear dapat dituliskan seperti berikut:

$$R \cdot X + S \cdot Y > t, \quad R \cdot X + S \cdot Y < t, \quad R \cdot X + S \cdot Y \geq t \quad \text{atau} \quad R \cdot X + S \cdot Y \leq t$$

Contoh kalimat matematikanya adalah sebagai berikut:

$$3X + 10Y > 9, \quad 10X + 3Y < 0$$

Jawaban untuk menyelesaikan masalah dari pertidaksamaan linear dua variabel adalah berupa daerah penyelesaian. Dalam praktiknya, penyelesaian pertidaksamaan linear dapat berwujud wilayah yang diarsir atau sebaliknya daerah penyelesaian pertidaksamaan linear dua variabel yang berwujud daerah bersih (Mustaqim, M., et al, 2019).

Pemanfaatan geofencing di mikrokontroler akan menghasilkan perangkat portable yang bisa digunakan oleh pengguna misalkan untuk melaut tanpa khawatir untuk melewati batas laut suatu negara. Secara sederhananya sistem tersebut akan bisa memberi notifikasi berupa bunyi jika pengguna tersebut berada di luar batas laut yang sudah diprogram berkat adanya komputasi yang ada di mikrokontrolernya. Pada penelitian ini masih terfokus pada metode yang dapat mendeskripsikan area geografis yang diinginkan untuk dikomputasi dan mengetahui penyimpangan titik koordinat bumi yang terbaca oleh sistem. Sedangkan manfaat dari penelitian ini adalah dapat dijadikan sebagai sistem alternatif yang sudah ada, seperti geofencing berdasarkan jarak (radius) (Rahman, A. F., et al, 2018) (Meral, E., & Guzel, M. S., 2016) (Segara, R., & Subari, S. (2017).

II. METODE PENELITIAN

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang optimal maka peneliti menggunakan tahapan-tahapan dalam bentuk diagram fishbone seperti pada gambar 1

Gambar 1. Diagram tahapan penelitian

Dari gambar 1 dapat dijelaskan bahwa diawali dengan menentukan area batasan geografisnya. Untuk itu diperlukan peta digital agar mudah menentukan titik-titik koordinat bumi yang dijadikan batasannya. Setelah didapat area batasannya, maka tentukanlah persamaan garis dari batasan area tersebut. Dalam menentukannya tergantung dari banyak garis yang membatasi area tersebut. Setelah didapat persamaan garisnya, maka dilanjutkan dengan menentukan pertidaksamaannya. Gunanya agar wilayah-wilayah yang dibatasi oleh garis tersebut dapat dikenal oleh sistem. Setelah didapat pertidaksamaan masing-masing wilayah tersebut, maka dilanjutkan dengan menterjemahkan pertidaksamaan tersebut ke dalam suatu instruksi (berupa program) yang dikenal oleh mikrokontroler.

Program yang sudah siap membutuhkan perangkat kerasnya agar dapat berfungsi. Untuk itu tahapan berikutnya adalah membuat atau merangkai skema elektroniknya. Lalu tahapan berikutnya adalah menguji sistem yang sudah diprogram oleh instruksi tersebut agar dapat diketahui besar penyimpangan data yang terbacanya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Salah satu pemanfaatan dari titik-titik koordinat yang dihasilkan oleh suatu perangkat GPS adalah untuk perimeter pergerakan (geofencing). Istilah Perimeter dapat diterjemahkan sebagai garis pertahanan atau batas pinggir. Sedangkan dalam penelitian ini, perimeter yang dimaksud adalah suatu batas virtual yang memanfaatkan kumpulan titik-titik koordinat bumi yakni lintang (latitude) dan bujur (longitude) dalam menentukan bentuk batasnya yang berbentuk garis lurus. Sehingga nantinya ada sebutan dalam wilayah geofencing dan luar wilayah geofencing. Dalam matematika, garis lurus dapat dinyatakan dalam bentuk persamaan linear. Untuk dapat menghasilkan suatu persamaan linear tersebut, maka harus diketahui dua buah titik (gambar 2).

Gambar 2. Contoh garis lurus dengan titik A dan titik B

Dari gambar 2 dapat ditentukan bentuk persamaan linearnya dengan cara sebagai berikut: diketahui titik A (X_1, Y_1) sedangkan titik B (X_2, Y_2), sehingga berdasarkan rumus matematika didapat persamaannya sebagai berikut:

$$(X - X_1)(Y_2 - Y_1) = (Y - Y_1)(X_2 - X_1) \quad (2)$$

$$(Y_2 - Y_1)X - (Y_2 - Y_1)X_1 = (X_2 - X_1)Y - (X_2 - X_1)Y_1 \quad (3)$$

$$(Y_2 - Y_1)X - (X_2 - X_1)Y = (Y_2 - Y_1)X_1 - (X_2 - X_1)Y_1 \quad (4)$$

Bentuk umum persamaan linear garis lurus adalah seperti pada persamaan 4.

Dari bentuk umum tersebut, selanjutnya dikonversikanlah menjadi titik-titik koordinat bumi yang mana garis lintang pada koordinat bumi diidentikan dengan sumbu Y pada koordinat kartesius (lintang utara diberikan dengan tanda positif, sedangkan lintang selatan diberikan dengan tanda negatif), sedangkan garis bujur (bujur timur diberikan tanda positif, sedangkan bujur barat diberikan tanda negatif) pada koordinat bumi diidentikan dengan sumbu X pada koordinat kartesius. Sehingga dengan mengacu pada persamaan 4 didapatlah persamaan barunya menjadi :

$$(\Delta \text{Lintang}) * \text{Bujur} - (\Delta \text{Bujur}) * \text{Lintang} = (\Delta \text{Lintang}) * \text{Bujur1} - (\Delta \text{Bujur}) * \text{Lintang1} \quad (5)$$

$$\Delta \text{Bujur} = \text{Bujur2} - \text{Bujur1} \quad (6)$$

$$\Delta \text{Lintang} = \text{Lintang2} - \text{Lintang1} \quad (7)$$

Keterangan rumus :

Bujur2 = titik bujur lokasi B, Bujur1 = titik bujur lokasi A, Lintang2 = titik lintang lokasi B, Lintang1 = titik lintang lokasi A.

Dengan mengacu persamaan 5, maka didapatlah bentuk umum batas yang berbentuk garis lurus pada koordinat bumi.

A. Penentuan Algoritma

Algoritma yang dimaksud dalam penelitian ini adalah untuk memudahkan penentuan daerah batas wilayah berdasarkan titik-titik koordinat bumi dengan pendekatan garis lurus. Adapun algoritma yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Tentukan batas wilayahnya dalam peta digital (dalam hal ini berupa garis lurus)
- Tentukan persamaan garis lurus tersebut (gunakan rumus persamaan 5)
- Konversikan masing-masing wilayah berdasarkan pertidaksamaan linear dua variabel.

B. Penentuan Geofencing

Pembuatan geofencing dimaksudkan adalah untuk membuat batasan wilayah secara virtual di peta digital, yang mana garis batasnya berupa garis lurus. Sedangkan peta digital yang digunakan merupakan layanan online dengan mengakses ke <https://www.google.co.id/maps>. Untuk itu dilakukan dengan tinjauan dengan tiga garis lurus yang saling berpotongan sebagai pembatas wilayahnya sehingga membentuk segitiga sembarang. Sebagai contohnya adalah wilayah berbentuk segitiga yang terdapat pada gambar 3. Dimana wilayah dalam segitiga tersebut adalah dalam wilayah geofencing sedangkan wilayah luar segitiga adalah luar wilayah geofencing.

Gambar 3. Wilayah berbentuk segitiga

Setelah ditentukan wilayahnya, langkah selanjutnya adalah sebagai berikut:

- Menentukan masing-masing titik koordinat segitiga tersebut. Adapun nilai dari masing-masing titik tersebut adalah seperti pada gambar 4.

Gambar 4. Posisi garis-garis dan titik-titik

Garis R memotong 2 titik yakni: titik A : Lintang = $3,569122^\circ$, Bujur = $98,656267^\circ$ dan titik B : Lintang = $3,563083^\circ$, Bujur = $98,660730^\circ$. Garis S memotong 2 titik yakni: titik C : Lintang = $3,561220^\circ$, Bujur = $98,652512^\circ$ dan titik B : Lintang = $3,563083^\circ$, Bujur = $98,660730^\circ$. Garis T memotong 2 titik yakni: titik A : Lintang = $3,569122^\circ$, Bujur = $98,656267^\circ$ dan titik C : Lintang = $3,561220^\circ$, Bujur = $98,652512^\circ$.

- Setelah didapat titik koordinat buminya, maka langkah selanjutnya adalah menentukan bentuk persamaan dari masing-masing garis dengan mengacu pada persamaan 5. Sehingga bentuk persamaan garisnya adalah Garis R adalah $-0,006039 \cdot \text{Bujur} - 0,004463 \cdot \text{Lintang} = -0,611714$. Garis S adalah $0,001863 \cdot \text{Bujur} - 0,008218 \cdot \text{Lintang} = 0,154524$. Garis T adalah $-0,007902 \cdot \text{Bujur} + 0,003755 \cdot \text{Lintang} = -0,766180$.

- Lalu dengan menggunakan bentuk kalimat matematika pertidaksamaan linear dua variabel didapatkan wilayah dalam segitiga, yakni

$$\begin{aligned} -0,006039 \cdot \text{Bujur} - 0,004463 \cdot \text{Lintang} + 0,611714 &> 0 \\ 0,001863 \cdot \text{Bujur} - 0,008218 \cdot \text{Lintang} - 0,154524 &< 0 \\ -0,007902 \cdot \text{Bujur} + 0,003755 \cdot \text{Lintang} + 0,766180 &< 0 \end{aligned}$$

C. Geofencing pada Mikrokontroler

Rangkaian perangkat keras (perangkat sensor) yang digunakan terdiri dari perangkat modul GPS, modul penampil dan perangkat modul pemrosesan yang digambarkan secara blok diagram seperti pada gambar 5.

Gambar 5. Blok diagram perangkat keras

Perangkat keras modul GPS yang dipakai adalah module UBLOX NEO-6, yang mana modul ini akan menerima data dari GPS satelit. Data yang dihasilkan oleh modul ini adalah lintang utara diberikan dengan tanda positif, dan lintang selatan diberikan dengan tanda negatif. Sedangkan bujur timur diberikan tanda positif, dan bujur barat diberikan tanda negatif. Yang kemudian akan masuk ke dalam perangkat pemroses yakni arduino uno untuk diencode. Spesifikasi dan gambar perangkat ini dapat dilihat pada gambar 6.

Gambar 6. Perangkat GPS

Perangkat keras pemrosesan yang digunakan adalah Arduino UNO. Karena modul pemrosesnya menggunakan Arduino Uno, maka diperlukan perangkat lunaknya, dimana programnya dibuat dengan bantuan Arduino IDE (Julham, J, & Adam, H. A., 2018)(Kamil, I., et al., 2019) . Adapun flowchart dari program yang digunakan adalah seperti pada gambar 7.

Pernyataan 1 dan pernyataan 2 yang terdapat pada gambar 7 merupakan proses yang menghasilkan keluaran berupa informasi ke layar penampil sistem berupa tulisan IN untuk pernyataan 1 dan tulisan OUT untuk pernyataan 2.

Gambar 7. Flowchart program

D Hasil

Berikut adalah langkah-langkah dalam pengambilan datanya:

- Siapkan perangkat pembaca titik koordinat bumi buatan pabrik, dalam hal ini menggunakan smartphone dan aplikasi Polaris Navigation GPS.
- Selanjutnya pengguna memilih lokasi titik yang diukur, dengan ketentuan titik tersebut berada dalam wilayah geofencing dan di luar wilayah geofencing, sehingga menghasilkan dua tabel.
- Di titik tersebut pengguna melakukan pengukuran dengan perangkat smartphone dan perangkat sistem geofencing mikrokontroler secara bersamaan, seperti pada gambar 8. Lalu data yang terlihat dituliskan dalam tabel 1 dan 2.

Gambar 8. Contoh pengambilan data

Tabel 1. Data lokasi titik di dalam wilayah geofencing

No.	Titik koordinat bumi di sistem (derajat)	Titik koordinat bumi di smartphone (derajat)
1	L = 3,563538; B = 98,655566	L = 3,563478; B = 98,655490
2	L = 3,562605; B = 98,655849	L = 3,562599; B = 98,655860
3	L = 3,563655; B = 98,655985	L = 3,563690; B = 98,656000
4	L = 3,564383; B = 98,655352	L = 3,564350; B = 98,655280
5	L = 3,564769; B = 98,656328	L = 3,564687; B = 98,656370
6	L = 3,565904; B = 98,657530	L = 3,565920; B = 98,657600
7	L = 3,566943; B = 98,656639	L = 3,566860; B = 98,656660
8	L = 3,567328; B = 98,655888	L = 3,567298; B = 98,655899
9	L = 3,565079; B = 98,655953	L = 3,565050; B = 98,655901
10	L = 3,565775; B = 98,656790	L = 3,565800; B = 98,656750

Tabel 2. Data lokasi titik di luar wilayah geofencing

No.	Titik koordinat bumi di sistem (derajat)	Titik koordinat bumi di smartphone (derajat)
1	L = 3,604504; B = 98,624664	L = 3,604487; B = 98,624797
2	L = 3,566005; B = 98,653170	L = 3,566016; B = 98,653205
3	L = 3,568941; B = 98,659864	L = 3,568920; B = 98,659860
4	L = 3,567842; B = 98,642452	L = 3,56790; B = 98,642498
5	L = 3,582592; B = 98,643296	L = 3,582603; B = 98,643250
6	L = 3,590730; B = 98,643854	L = 3,590750; B = 98,643800
7	L = 3,591544; B = 98,627074	L = 3,591590; B = 98,626999
8	L = 3,604693; B = 98,645571	L = 3,604720; B = 98,645600
9	L = 3,605143; B = 98,627976	L = 3,605170; B = 98,628001
10	L = 3,584797; B = 98,626845	L = 3,584790; B = 98,626855

E. Pembahasan

Pada gambar 8 di sisi tampilan sistem geofencingnya terdapat informasi berupa titik koordinat bumi si pengguna, yakni lintang dan bujur, serta informasi apakah berada di dalam atau di luar wilayah geofencing, yang ditandai dengan "OUT" untuk berada di luar wilayah geofencing dan "IN" untuk berada di dalam wilayah geofencing. Selanjutnya mencari jarak titik koordinat bumi yang terbaca di sistem dengan di smartphone. Dalam hal ini menggunakan rumus Haversine. Alasannya karena rumus tersebut persamaan yang penting pada navigasi, memberikan jarak lingkaran besar antara dua titik pada permukaan bumi berdasarkan bujur dan lintang (Pamungkas, C. A. 2019).

$$\text{Jarak} = 2r \cdot \arcsin[\sin^2((\text{lat1}-\text{lat2})/2) + \cos(\text{lat1}) \cdot \cos(\text{lat2}) \cdot \sin^2((\text{long1}-\text{long2})/2)]^{0.5}$$

dimana : Jarak satuannya meter dan variabel r memiliki nilai 6371000.

Dengan rumus tersebut maka munculah tabel 3 dan tabel 4.

Tabel 3. Selisih pengukuran titik di dalam wilayah geofencing

No.	Titik koordinat bumi di sistem (derajat)	Titik koordinat bumi di smartphone (derajat)	Jarak (meter)
1	L = 3,563538; B = 98,655566	L = 3,563478; B = 98,655490	10,75
2	L = 3,562605; B = 98,655849	L = 3,562599; B = 98,655860	1,39
3	L = 3,563655; B = 98,655985	L = 3,563690; B = 98,656000	4,23
4	L = 3,564383; B = 98,655352	L = 3,564350; B = 98,655280	8,792807
5	L = 3,564769; B = 98,656328	L = 3,564687; B = 98,656370	10,24030193
6	L = 3,565904; B = 98,657530	L = 3,565920; B = 98,657600	7,969687
7	L = 3,566943; B = 98,656639	L = 3,566860; B = 98,656660	9,518884

8	L = 3,567328; B = 98,655888	L = 3,567298; B = 98,655899	3,552203
9	L = 3,565079; B = 98,655953	L = 3,565050; B = 98,655901	6,610759
10	L = 3,565775; B = 98,656790	L = 3,565800; B = 98,656750	5,23775

Tabel 4. Data lokasi titik di luar wilayah geofencing

No.	Titik koordinat bumi di sistem (derajat)	Titik koordinat bumi di smartphone (derajat)	Jarak (meter)
1	L = 3,604504; B = 98,624664	L = 3,604487; B = 98,624797	14,88021389
2	L = 3,566005; B = 98,653170	L = 3,566016; B = 98,653205	4,072313841
3	L = 3,568941; B = 98,659864	L = 3,568920; B = 98,659860	2,376912772
4	L = 3,567842; B = 98,642452	L = 3,56790; B = 98,642498	8,225265563
5	L = 3,582592; B = 98,643296	L = 3,582603; B = 98,643250	5,249453441
6	L = 3,590730; B = 98,643854	L = 3,590750; B = 98,643800	6,392070763
7	L = 3,591544; B = 98,627074	L = 3,591590; B = 98,626999	9,769291138
8	L = 3,604693; B = 98,645571	L = 3,604720; B = 98,645600	4,401230784
9	L = 3,605143; B = 98,627976	L = 3,605170; B = 98,628001	4,087871703
10	L = 3,584797; B = 98,626845	L = 3,584790; B = 98,626855	1,355524097

Kolom jarak yang dimaksudkan pada tabel 3 dan tabel 4 adalah untuk mengetahui seberapa jauh jarak penyimpangan yang muncul setiap pengambilan data. Selanjutnya dari tabel 3 dan tabel 4 didapatkan penyimpangan rata-rata untuk sistem di dalam wilayah geofencing, yakni: 6,829239268 meter, sedangkan penyimpangan rata-rata untuk sistem di luar wilayah geofencing adalah 6,081014799 meter. Dan total rata-rata penyimpangannya adalah 6,455127033 meter.

IV. SIMPULAN

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah total rata-rata penyimpangan hasil pengukuran oleh sistem geofencing adalah 6,455127033 meter dan pendekatan Pertidaksamaan Linear Dua Variabel dalam membentuk wilayah geofencing dalam hal ini bentuk segitiga dapat bekerja di mikrokontroler. Sistem ini belum memiliki tampilan grafis peta digital, hal ini bisa menjadi sesuatu yang dapat dikembangkan pada penelitian selanjutnya. Selain itu, perlu komputasi cepat untuk mendapatkan persamaan matematika ketika pengguna menentukan wilayah geofencingnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Julham, J., & Adam, H. A. (2018). Perancangan Dan Pembuatan Trainer Komunikasi Rs232 Menggunakan Komputer Dan Mikrokontroler Atmega. *JTIK (Jurnal Teknik Informatika Kaputama)*, 2(1), 24-34
- Kamil, I., Julham, M. L., & Lubis, A. R. (2019). Management maintenance system for remote control based on microcontroller and virtual private serve. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 16(3), 1349-1355.
- Miraditya P, Harianto, Christian W.M. (2014). Rancang Bangun Alat Pemesanan Menu Makanan Otomatis berbasis Microcontroller Dengan Komunikasi TCP/IP. *Journal of Control and Network Systems (JCONES)*. Vol. 3, No. 2, 66-72.
- Meral, E., & Guzel, M. S. (2016). Real-time geolocation tracking and geofencing using GPRS+ GPS technologies with SIM908 shield over Arduino. *Communications Faculty of Sciences University of Ankara Series A2-A3: Physical Sciences and Engineering*. Volume 58, Number 2, 14-27.
- Mustaqim, M., Ikhsan, M., & Johar, R. (2019). Masalah-Masalah Kritis Siswa Sma Dalam Menyelesaikan Soalpertidaksamaan Aljabar. *Jurnal Peluang*. Vol. 7, No. 2, 137-149.
- Priono, J., & Setiawan, E. (2017). Pembangunan Aplikasi Geofencing Dalam Monitoring Pengiriman kendaraan Pada PT. Cannonex Indonesia. *Ultimatics : Jurnal Teknik Informatika*. Vol 9, No 2.
- Pamungkas, C. A. (2019). Aplikasi penghitung jarak koordinat berdasarkan latitude dan longitude dengan metode euclidean distance dan metode haversine. *Jurnal INFORMA Politeknik Indonusa Surakarta* ISSN : 2442-7942 Vol. 5 No. 2

Applied of Geofencing In Microcontroller with Linear Inequality Approach of Two Variables (Julham)

- Rahman, A. F., Kharisma, A. P., & Dewi, R. K. (2018). Rancang Bangun Aplikasi Geofence Marketing Cafe Berbasis Android Studi Kasus: Ice Ah. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer e-ISSN*, 2548.
- Rohimah, S. M. (2017). Analisis Learning Obstacles Pada Materi Persamaan Dan Pertidaksamaan Linear Satu Variabel. *JPPM (Jurnal Penelitian dan Pembelajaran Matematika)*. Vol. 10, No. 1.
- Segara, R., & Subari, S. (2017). Sistem Pemantauan Lokasi Anak Menggunakan Metode Geofencing Pada Platform Android. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Informatika*. Vol. 3, No. 1.
- Sugiyono. (2017). Metode penelitian kuantitatif, kualitatif dan R&D. *Penerbit Alfabeta Bandung*.
- Streed, O. J., Cliquet, G., & Kagan, A. (2015). Optimizing Geofencing For Location-Based Services: A New Application Of Spatial Marketing, Ideas in Marketing: Finding the New and Polishing the Old. *Springer International Publishing*. P. 203-206.