

# Peta Digital untuk Menunjukkan Posisi Kendaraan dan Kereta Api Menuju Perlintasan Secara *Realtime*

Muhammad Refa Utama Putra<sup>1</sup>, Didin Saefudin<sup>2</sup>, Sabar Pramono<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

E-mail : muhammad.refa.tec14@polban.ac.id

merpati@muhammadrefa.xyz

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

E-mail : saedien@gmail.com

<sup>3</sup>Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012

E-mail : pramonosabar@yahoo.com

## ABSTRAK

Sebuah *intelligent driver warning system* yang sebelumnya telah dikembangkan dapat mendeteksi adanya perlintasan KA dan mengetahui posisi dan kecepatan KA dengan cara menambahkan perangkat di KA. Sistem tersebut menggunakan Raspberry Pi sebagai pusat pengolahan data, GPS untuk menentukan lokasi, dan perhitungan jarak antar dua titik di bumi untuk menentukan jarak kendaraan ke perlintasan.

Pada penelitian ini, dikembangkan sebuah *intelligent driver warning system* yang dapat menampilkan posisi kendaraan dan KA pada peta. Sistem terdiri dari alat bagian kendaraan dan alat bagian KA. Kedua bagian menggunakan Raspberry Pi sebagai pusat komputasi, dengan Python sebagai bahasa pemrograman yang digunakan. Modem USB digunakan untuk mengirim data ke peladen agar kedua bagian dapat saling berkomunikasi. Digunakan metode *microsegmenting* untuk mengukur jarak kendaraan ke perlintasan.

Alat bagian kendaraan dapat menampilkan posisi kendaraan dan KA pada peta serta menampilkan nama perlintasan terdekat saat kendaraan hendak melewati perlintasan secara *realtime*. Durasi transfer data memiliki peran yang sangat penting untuk menjaga agar peta selalu mendapatkan posisi KA yang terbaru. Penggunaan metode *microsegmenting* dinilai cukup efektif dalam menghitung jarak ke perlintasan. Frekuensi pembunyian alarm pada alat bagian kendaraan beragam sesuai dengan posisi dan kecepatan kendaraan dan KA.

## Kata Kunci

*Microsegmenting*, Peta digital, *Intelligent Driver Warning System*

## 1. PENDAHULUAN

Untuk meminimalisir kecelakaan di perlintasan KA, dibutuhkan sebuah sistem yang dapat memberi peringatan dini agar pengemudi dapat lebih waspada. Alat itu dikenal dengan istilah *intelligent driver warning system*. Sebuah *intelligent driver warning system* yang sebelumnya telah dikembangkan dapat mendeteksi adanya perlintasan KA dan mengetahui posisi dan kecepatan KA dengan cara menambahkan perangkat di KA. Sistem tersebut menggunakan Raspberry Pi sebagai pusat pengolahan data, GPS untuk menentukan lokasi, dan perhitungan jarak antar dua titik di bumi untuk menentukan jarak kendaraan ke perlintasan.

Dikarenakan bentuk jalan menuju perlintasan tidak selamanya lurus, penggunaan rumus perhitungan jarak antar dua titik untuk menentukan jarak kendaraan menuju perlintasan menjadi kurang akurat pada jalan yang berkelok-kelok. Agar pengukuran jarak antara kendaraan dan perlintasan KA menjadi lebih akurat, maka digunakan metode *microsegmenting*. Metode ini bertujuan untuk memetakan jalan yang berkelok-kelok agar pengukuran jarak menjadi lebih akurat.

Pada penelitian ini dilakukan pula penampilan data kendaraan dan KA serta posisi pada peta. Data yang ditampilkan meliputi perlintasan yang akan dituju dan jaraknya, serta data nama KA. Penunjukan posisi pada peta dilakukan agar pengemudi dapat memperkirakan seberapa dekat posisinya dengan KA.

## 2. METODE PENELITIAN

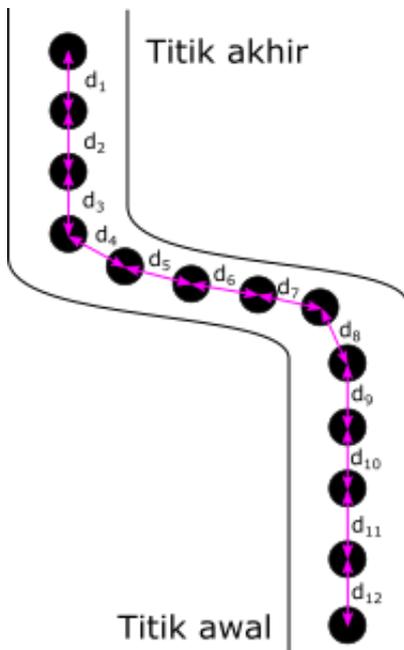
Prinsip kerja dari sistem yang dibuat adalah menampilkan lokasi pada peta secara *realtime*, menampilkan nama perlintasan terdekat dan membunyikan alarm sesuai dengan keadaan kendaraan dan KA. Sistem yang dibuat terdiri dari 3 bagian, yaitu bagian KA, bagian peladen dan bagian kendaraan pribadi.

### 2.1 *Microsegmenting*

*Microsegmenting* adalah sebuah metode untuk membuat beberapa titik yang kemudian digunakan untuk mengukur jarak. Dengan pembuatan titik titik ini, perhitungan jarak dapat menjadi lebih akurat. Semakin dekat titik, maka semakin akurat perhitungan jarak. Contoh peletakan titik

ditunjukkan oleh gambar X yang jaraknya dapat dihitung menggunakan persamaan (1).

$$d(n) = \begin{cases} d_n + d(n-1); & \text{jika } n > 0 \\ 0; & \text{jika } n = 0 \end{cases} \quad (1)$$



Gambar 1. Peletakan titik pada jalan

## 2.2 Prasyarat Sistem

Adapun prasyarat yang harus dipenuhi sistem antara lain:

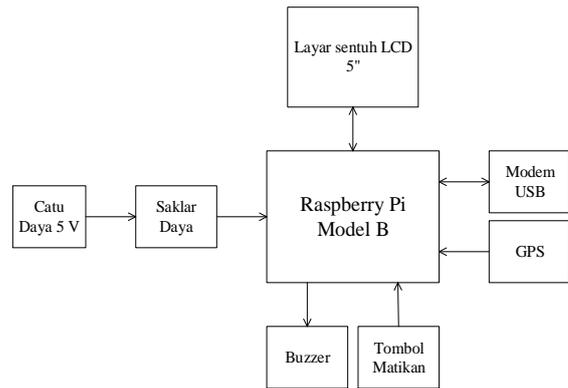
1. Alat pada KA dapat memperoleh data posisi dan kecepatan KA dan dikirim ke peladen
2. Peladen dapat melakukan penyimpanan dan pengiriman data
3. Alat pada kendaraan dapat memperoleh data posisi dan kecepatan kendaraan
4. Alat pada kendaraan dapat memperoleh data posisi dan kecepatan KA dari peladen
5. Alat pada kendaraan dapat membunyikan alarm ketika kendaraan mendekati perlintasan KA dengan frekuensi yang berbeda-beda sesuai dengan keadaan KA dan kendaraan
6. Alat pada kendaraan dapat menampilkan perlintasan terdekat, posisi kendaraan dan posisi KA pada peta

## 2.3 Perancangan dan Realisasi Sistem

Perancangan dan realisasi sistem dibagi kedalam 4 bagian, yaitu bagian elektronik, bagian alarm, bagian perangkat lunak dan bagian mekanik.

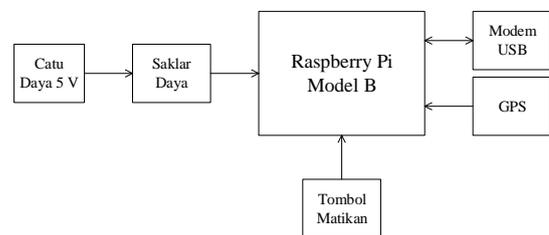
### 2.3.1 Bagian Elektronik

Pada alat bagian kendaraan, digunakan LCD 5" sebagai penampil data dan peta. GPS digunakan untuk mendapatkan posisi kendaraan, dan modem USB untuk mengambil data posisi KA. Untuk alarm digunakan *buzzer*. Gambar 2 menunjukkan diagram blok alat bagian kendaraan.



Gambar 2. Diagram blok alat bagian kendaraan

Pada alat bagian KA, digunakan GPS untuk mendapatkan posisi KA. Modem USB untuk mengirim data posisi ke peladen. Gambar 3 menunjukkan diagram blok alat bagian KA.



Gambar 3. Diagram blok alat bagian KA

### 2.3.2 Bagian Alarm

Alarm pada bagian kendaraan pribadi dibuat dengan mempertimbangkan jarak dan kecepatan kendaraan dan KA. Dari jarak dan kecepatan didapat waktu tempuh (persamaan (2)). Buzzer digunakan sebagai aktuator alarm dengan ditetapkan frekuensi pembunyian minimum 1 Hz dan frekuensi pembunyian maksimum 5 Hz. Rumus yang digunakan untuk mencari frekuensi alarm ditunjukkan oleh persamaan (3).

$$t = \frac{s}{v} \dots \dots \dots (2)$$

dimana :

$t$  : waktu tempuh (s)

$v$  : kecepatan (m/s)

$s$  : jarak (m)

$$f = \begin{cases} 1 \text{ Hz}; & \text{jika } \left( \frac{|t_{kend} - t_{KA}|}{10} \times 10 \right) \geq 9 \\ 10 - \left( \frac{|t_{kend} - t_{KA}|}{10} \times 10 \right) \text{ Hz}; & \text{lainnya} \end{cases} \dots (3)$$

dimana :

$f$  : waktu tempuh

$t_{kend}$  : waktu tempuh kendaraan (s)

$t_{KA}$  : waktu tempuh KA (s)

### 2.3.3 Bagian Perangkat Lunak

Perangkat lunak pada bagian kendaraan berbeda dengan perangkat lunak pada bagian KA. Pada bagian kendaraan, dibuat algoritma pengambilan data  $KAI$ , algoritma penghitungan dan pembunyian alarm, dan algoritma penggunaan metode *microsegmenting* untuk menghitung

jarak. Pada bagian KA, dibuat algoritma penghitungan jarak ke perlintasan dan pengiriman data GPS ke peladen.

### 2.3.4 Desain Mekanik

Dilakukan pembuatan 2 desain mekanik, yaitu desain untuk alat bagian kendaraan dan desain untuk alat bagian KA. Desain direalisasikan dengan bahan akrilik setebal 3 mm.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem dibagi kedalam 4 bagian, yaitu pengujian GPS dan transfer data, pengujian algoritma *microsegmenting*, pengujian penunjukan posisi pada peta dan pengujian sistem secara keseluruhan.

### 3.1 Pengujian GPS dan Transfer Data

Pengujian GPS dan transfer data dilakukan dengan mencatat waktu penguncian satelit, penerimaan posisi, dan pengiriman/pembacaan dari basis data. Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian untuk alat bagian KA dan tabel 2 menunjukkan hasil pengujian untuk alat bagian kendaraan.

Tabel 1. Hasil pengujian alat bagian KA

Keterangan	Waktu	Tercepat (detik)	Terlambat (detik)	Rata-rata (detik)
Penguncian satelit		3,02641	111,0107	51,88336
Mendapat posisi		0,12223	2,66932	0,45116
Pengiriman data		0,32686	32,82219	3,35054
Waktu keseluruhan		0,48994	33,04054	3,78863

Tabel 2. Hasil pengujian alat bagian kendaraan

Keterangan	Waktu	Tercepat (detik)	Terlambat (detik)	Rata-rata (detik)
Penguncian satelit		3,02641	111,0107	51,88336
Mendapat posisi		0,12223	2,66932	0,45116
Penerimaan data		0,32686	32,82219	3,35054
Waktu keseluruhan		0,48994	33,04054	3,78863

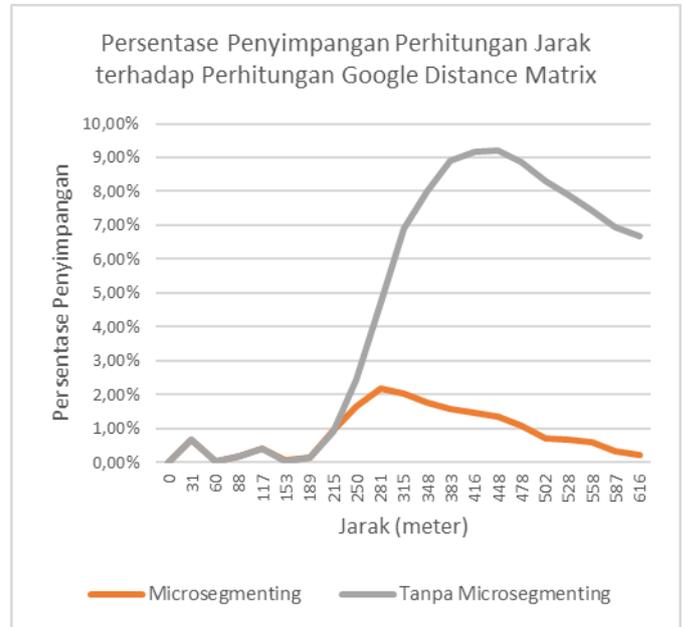
### 3.2 Pengujian Algoritma *Microsegmenting*

Pengujian algoritma *microsegmenting* dilakukan dengan cara membandingkan jarak hasil pengukuran antara hasil perhitungan dengan algoritma *microsegmenting*, hasil perhitungan tanpa algoritma *microsegmenting* (haversine) dan hasil perhitungan Google Distance Matrix API yang dijadikan patokan pengukuran. Hasil pengujian ditunjukkan oleh Gambar 4.

### 3.3 Pengujian Penunjukan Posisi pada Peta

Saat alat belum mendeteksi perlintasan, maka data posisi akan menunjukkan "Tiada" sebagai perlintasan terdekat. Ketika alat mendeteksi perlintasan, data posisi akan menunjukkan nama perlintasan terdekat, jarak tempuh, nama kereta yang akan melintas, dan menunjukkan posisi kendaraan dan KA pada peta.

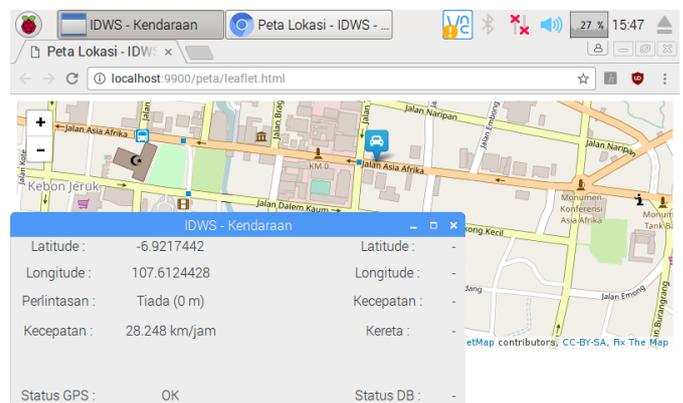
Gambar 5 menunjukkan tampilan layar saat alat tidak mendeteksi adanya perlintasan. Gambar 6 menunjukkan tampilan layar saat dideteksi perlintasan namun tidak ada kereta yang hendak melintas. Gambar 7 menunjukkan tampilan layar saat alat mendeteksi perlintasan dan ada kereta yang hendak lewat.



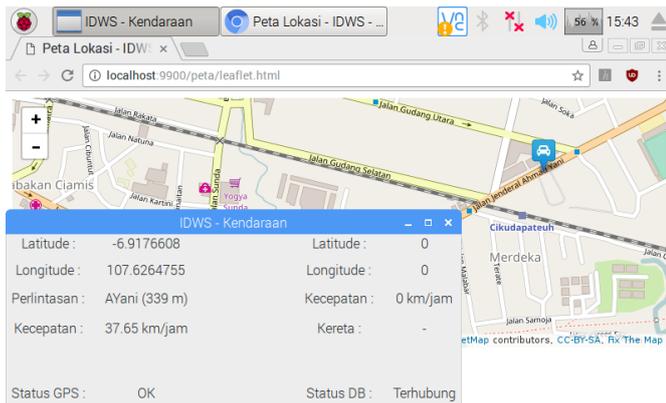
Gambar 4 Persentase penyimpangan jarak hasil pengujian algoritma *microsegmenting*

### 3.4 Pengujian Sistem Keseluruhan

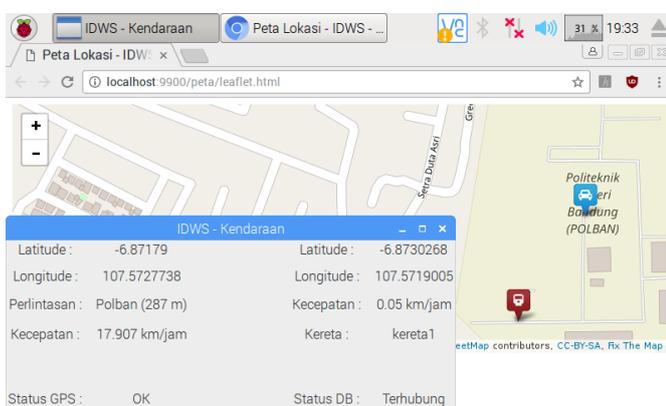
Pengujian sistem keseluruhan meliputi pendeteksian perlintasan, penempatan posisi kendaraan dan KA pada peta dan frekuensi pembunyian *buzzer* pada alat. Pengujian dilakukan di kampus Polban yang merupakan perlintasan simulasi yang dibuat untuk menguji alat yang telah dibuat. Rute perlintasan Polban ditunjukkan oleh Gambar 8 dengan titik perlintasan berada pada koordinat (-6.873031, 107.572724) yang berada diujung Jl. Teknik Elektro menuju Hanggar. Pengujian dilakukan menggunakan 2 motor yang masing-masing membawa satu bagian.



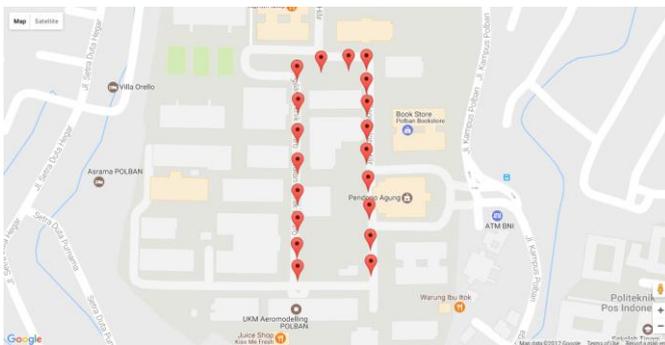
Gambar 5 Tampilan layar saat perlintasan tidak terdeteksi



Gambar 6 Tampilan layar saat perlintasan dideteksi dan tidak ada kereta yang hendak lewat



Gambar 7 Tampilan layar saat perlintasan dideteksi dan ada perlintasan yang hendak lewat



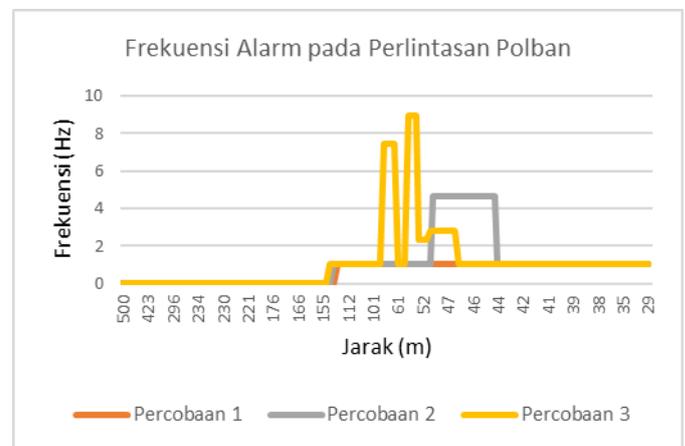
Gambar 8 Titik rute perlintasan Polban

Alat yang dibuat akan menampilkan perlintasan yang akan dilewati saat jarak kendaraan ke perlintasan sejauh  $\leq 500$  meter. Ketika jarak lebih jauh dari 500 meter, alat akan menunjukkan “Tiada” sebagai perlintasan terdekat yang akan dilewati. Sistem alarm akan berbunyi saat jarak menuju perlintasan  $\leq 150$  meter atau saat selisih waktu antara kendaraan dan KA menuju perlintasan sebesar 10 detik. Hasil pengujian alarm ditunjukkan oleh Gambar 9.

#### 4. DISKUSI

Peta dapat menunjukkan posisi kendaraan dan kereta api dengan jeda waktu yang tidak terlalu besar (rata-rata 2

detik). Penunjukan posisi dipengaruhi oleh lama waktu untuk mendapatkan posisi dan pengambilan data dari internet. Penunjukan posisi KA dipengaruhi oleh lama waktu untuk mendapatkan posisi dan pengiriman data ke internet. Lama waktu ditunjukkan oleh Tabel 1 (bagian KA) dan Tabel 2 (bagian kendaraan).



Gambar 9 Hasil pengujian frekuensi alarm pada perlintasan Polban

Penggunaan metode *microsegmenting* dapat mengurangi penyimpangan pengukuran jarak. Hal ini ditandai dengan persentase penyimpangan yang lebih kecil dibanding perhitungan tanpa menggunakan metode *microsegmenting*. Persentase penyimpangan ditunjukkan oleh Gambar 4.

*Buzzer* yang merupakan aktuator alarm dapat berfungsi dengan baik ditandai frekuensi pembunyian alarm yang beragam bergantung pada posisi dan kecepatan kendaraan dan KA. Frekuensi pembunyian yang beragam ditunjukkan oleh grafik yang terdapat pada Gambar 9.

#### 5. KESIMPULAN

Sistem yang dibuat dapat bekerja dengan baik hingga kecepatan 52,8 km/jam berdasarkan pengujian. Dari penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa :

1. Penunjukan posisi pada peta dapat dipengaruhi oleh waktu yang dibutuhkan untuk transfer (Tabel 1 dan Tabel 2).
2. Penggunaan metode *microsegmenting* untuk mengukur jarak ke perlintasan dapat mengurangi penyimpangan sehingga cukup baik saat digunakan pada jalan yang berkelok-kelok atau membutuhkan rute khusus (Gambar 8).
3. Perhitungan frekuensi untuk pembunyian alarm dapat bekerja dengan baik ditandai dengan beragamnya frekuensi bergantung pada jarak dan kecepatan kendaraan dan KA (Gambar 13). Dikarenakan perhitungan ini membutuhkan data posisi, maka proses pembaruan posisi harus semakin cepat agar perhitungan frekuensi alarm dapat semakin tepat jika disesuaikan

dengan keadaan aslinya.

## 6. SARAN

Untuk pengembangan lebih lanjut, dapat dilakukan hal berikut ini.

1. Dikarenakan penggunaan jaringan internet untuk mengirim data membutuhkan biaya, maka disarankan pengiriman data dilakukan melalui frekuensi radio agar tidak perlu mengeluarkan biaya internet untuk mengirim data

2. Dikarenakan Raspberry Pi 3 membutuhkan catu daya 5V 2,5A, maka disarankan untuk memilih pusat komputasi yang lebih irit daya sehingga konsumsi daya tidak terlalu besar.

3. Dikarenakan banyaknya perhitungan yang dibutuhkan untuk mengukur jarak, maka disarankan untuk menambahkan *polygonal approximation* untuk mengurangi segmen agar waktu komputasi menjadi lebih singkat.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT, kedua orang tua, keluarga, pembimbing, panitia Proyek Akhir serta rekan-rekan yang membantu terlaksananya penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Dian, Intelligent Driver Warning System berbasis GPS, Bandung: Politeknik Negeri Bandung, 2014.
- [2] Kasyfurrahman, "Intelligent Driver Warning System untuk Perlintasan Kereta Api dengan Metode Fuzzy Logic," Politeknik Negeri Bandung, Bandung, 2016.
- [3] R. Fiardini, "Angka Kecelakaan di Perlintasan KA Melonjak Tahun Ini : Okezone News," 8 Desember 2015. [Daring]. Tersedia di: <http://news.okezone.com/read/2015/12/08/338/1262884/angka-kecelakaan-di-perlintasan-ka-melonjak-tahun-ini>. [Diakses 17 Januari 2017].
- [4] mf344, "Lost but lovely: The haversine | plus.maths.org," 4 Juli 2014. [Daring]. Tersedia di: <https://plus.maths.org/content/lost-lovely-haversine>. [Diakses 19 Januari 2017].
- [5] E. W. Weisstein, "Fractal," [Daring]. Tersedia di: <http://mathworld.wolfram.com/Fractal.html>. [Diakses 17 April 2017].
- [6] E. W. Weisstein, "Coastline Paradox," [Daring]. Tersedia di: <http://mathworld.wolfram.com/CoastlineParadox.html>. [Diakses 17 April 2017].
- [7] Laboratory of Remote Sensing, National and Kapodistrian University of Athens, "Digital Cartography," [Daring]. Tersedia di: <http://www.remsenslab.geol.uoa.gr/digital.html>. [Diakses 12 Juni 2017].