

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *SPATIAL MAP MATCHING*  
UNTUK MENGETAHUI LOKASI KENDARAAN  
MELALUI APLIKASI *GPS TRACKER***

**SKRIPSI**

Oleh:  
**MOCHAMMAD RIZAL MAFTUKHIN**  
**NIM. 13650122**



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2018**

**IMPLEMENTASI ALGORITMA *SPATIAL MAP MATCHING*  
UNTUK MENGETAHUI LOKASI KENDARAAN  
MELALUI APLIKASI *GPS TRACKER***

**SKRIPSI**

**Diajukan Kepada:  
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)**

**Oleh :  
MOCHAMMAD RIZAL MAFTUKHIN  
NIM. 13650122**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2018**

**LEMBAR PERSETUJUAN**  
**IMPLEMENTASI ALGORITMA SPATIAL MAP MATCHING**  
**UNTUK MENGETAHUI LOKASI KENDARAAN**  
**MELALUI APLIKASI GPS TRACKER**

SKRIPSI

Oleh :  
**MOCHAMMAD RIZAL MAFTUKHIN**  
NIM. 13650122

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji :  
Tanggal: 20 Mei 2018

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Dr. Muhammad Faisal  
NIP. 19740510 200501 1 007

Fachrul Kurniawan, ST., M.MT  
NIP. 19771020 200901 1 001

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Informatika  
Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Dr. Cahyo Crys dian  
NIP. 19740424 200901 1 008

PER  
LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI ALGORITMA *SPATIAL MAP MATCHING*  
UNTUK MENGETAHUI LOKASI KENDARAAN  
MELALUI APLIKASI *GPS TRACKER*

SKRIPSI

Oleh :

MOCHAMMAD RIZAL MAFTUKHIN  
NIM. 13650122

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi  
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)  
Tanggal: 30 Mei 2018

Susunan Dewan Penguji

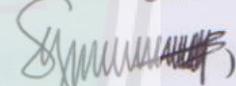
Penguji Utama : A'la Syauqi, M.Kom  
NIP. 19771201 200801 1 007

Ketua Penguji : Supriyono, M.Kom  
NIDT. 19841010 20160801 1 078

Sekretaris Penguji : Dr. Muhammad Faisal  
NIP. 19740510 200501 1 007

Anggota Penguji : Fachrul Kurniawan, ST., M.MT  
NIP. 19771020 200912 1 001

Tanda Tangan

(  )

(  )

(  )

(  )

Mengesahkan,

Ketua Jurusan Teknik Informatika

Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



  
Dr. Cahyo Crysdiyan  
NIP. 19740424 200901 1 008

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Mochammad Rizal Maftukhin

NIM : 13650122

Fakultas / Jurusan : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika

Judul Penelitian : **IMPLEMENTASI ALGORITMA *SPATIAL MAP MATCHING* UNTUK MENGETAHUI LOKASI KENDARAAN MELALUI APLIKASI *GPS TRACKER***

Dengan ini menyatakan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan serta daftar pustaka.

Apabila ternyata dalam penelitian ini terdapat bagian yang merupakan hasil jiplakan, maka saya bersedia bertanggung jawab menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku atas perbuatan tersebut

Malang, 10 Mei 2018

Yang membuat pernyataan

Mochammad Rizal Maftukhin  
NIM. 13650122

## MOTTO

***"Where there is a will, there is a way"***

***"No matter how many obstacles there, keep fighting for  
your dreams"***

Dimana ada kemauan, disitu pasti ada jalan. Tidak peduli seberapa banyak rintangan yang menghadang di depan. Terulah berjuang melangkah maju untuk meraih segala impian.



## HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

### **Yang utama dari segala yang utama,**

Puja dan puji syukur saya tujukan kepada Allah SWT, yang telah melimpahkan segala kebaikan, iman, islam, semangat dan ridho-Nya kepada saya sehingga saya dapat melangkah hingga sejauh ini dan masih akan terus semangat untuk mendapatkan ridho-Nya dan menjadi seseorang yang bermanfaat bagi Agama, Negara, Orang tua dan Sesamanya. Serta nabi besar Muhammad SAW yang telah menjadi suri tauladan terbaik bagi saya, dan syafaat beliaulah yang saya harapkan kelak.

### **Ibu, Bapak dan Adik**

Terima kasih banyak Rizal sampaikan kepada ibu, bapak serta adek Nana yang hingga saat ini tak henti-hentinya memberi semangat, support, motivasi serta keyakinan bahwa Rizal bisa melewati apapun. Ibu, yang mengajarkan kesabaran dan keikhlasan dalam menghadapi apapun. Bapak, yang selalu memberi dukungan, motivasi serta semangat tanpa batas. Dan adek Nana, yang selalu menjadi salah satu alasan untuk saya merindukan rumah.

### **Teman serta sahabat**

Terima kasih teruntuk teman-teman serta sahabat yang sangat berkesan. TI-D, Keluarga Cemara, Teman Kontrakan, dan FORTINITY 2K13. Terima kasih juga kepada teman-teman yang sudah berjuang bersama sebagai anak bimbingan Bapak Faisal yang selalu memberi semangat dan motivasi serta seluruh teman-temen yang tidak bisa saya sebutkan semuanya atas kebersamaannya dalam perjuangan kita yang sangat singkat ini, semoga apapun yang kita kerjakan baik sekarang atau nanti selalu di ridhoi Allah SWT di manapun dan kapanpun. Amiin Yaa Robbal 'Alamiin. Kalian luar biasaa!!!!

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum Wr. Wb*

Segala puji bagi Allah SWT Tuhan semesta alam, atas segala nikmat, iman, islam serta ridho-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan baik dan lancar. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada nabi besar Nabi Muhammad SAW yang telah menjadi suri tauladan terbaik untuk semua umatnya dan yang telah menuntun umatnya dari zaman jahiliyah menuju islam yang terang benderang *rahmatan lil alamiin*.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini tidak akan berhasil dengan baik dan lancar tanpa adanya bantuan dari pihak-pihak lain. Atas segala bantuan yang telah diberikan, penulis ingin menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Cahyo Crysdian, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Bapak Dr. Muhammad Faisal, selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memotivasi, mengarahkan dan memberi masukan kepada penulis dalam pengerjaan skripsi ini hingga akhir.
3. Bapak Fachrul Kurniawan, ST., M.MT, selaku dosen pembimbing II yang juga senantiasa memberi masukan dan nasihat serta petunjuk dalam penyusunan skripsi ini.
4. Segenap dosen dan admin Jurusan Teknik Informatika yang telah memberikan bimbingan keilmuan kepada penulis selama masa studi.
5. Bapak Sukri, Ibu Siti Umayah, dan Adik Nana serta keluarga besar tercinta yang selalu memberi dukungan semangat dan kekuatan yang tak terhingga serta doa yang senantiasa mengiringi setiap langkah penulis.

6. Teman-teman dari Blitar (Pandu, Ita, Ida, Dur dan Labib) yang selalu memberi semangat dan tempat berbagi canda tawa sehingga menjadikan kenangan indah yang akan selalu dikenang.
7. Teman-teman Kontrakan Gasek yang telah memberi dukungan dari awal masa studi hingga saat ini serta yang selalu ada untuk menghibur dan memberikan bantuan dalam upaya berjuang bersama.
8. Teman-teman Kontrakan 53A (Huda, Faris, Ayat, Albi, Mail, Anang, Raga, Wachit, Alan, Wanna, Sulik dan Andra) yang telah berjuang bersama, yang telah menjadi keluarga diperantauan serta membuat hari-hari penulis terasa indah dengan support dan kebersamaannya.
9. Teman-teman TI-D, Keluarga Cemara dan FORTINITY '13 yang telah memberikan support yang teramat berharga serta pengalaman berharga dalam hidup penulis yang tidak akan pernah terlupakan.
10. Dan seluruh pihak yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Akhirnya, dengan segala kerendahan hati penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang konstruktif demi kesempurnaan penulisan ini. Penulis berharap semoga karya yang sederhana ini dapat bermanfaat dengan bagi semua pihak. *Amin ya Rabbal 'Alamin...*

Malang, 20 Juni 2018

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGAJUAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN</b> .....	<b>v</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>vi</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	<b>vii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xiv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>xv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xvi</b>
<b>ملخص البحث</b> .....	<b>xvii</b>
<b>BAB I</b> .....	<b>1</b>
<b>PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	3
1.3 Tujuan Masalah .....	3
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II</b> .....	<b>5</b>
<b>TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>5</b>
2.1 Landasan Teori .....	5
2.1.1 GPS .....	5
2.1.2 Internet .....	8
2.1.3 PHP .....	11
2.1.4 <i>Web Application</i> .....	11
2.1.5 <i>Spatial Matching (S-Matching)</i> .....	13
2.2 Penelitian Terkait .....	17

<b>BAB III.....</b>	<b>19</b>
<b>PERANCANGAN SISTEM .....</b>	<b>19</b>
3.1 Spesifikasi Kebutuhan Sistem .....	19
3.1.1 <i>Software</i> .....	20
3.1.2 <i>Hardware</i> .....	20
3.2 Desain Sistem .....	20
3.2.1 Data GPS .....	21
3.2.2 Persiapan Titik Kandidat.....	21
3.2.3 Analisa <i>Spatial Map Matching</i> .....	23
3.2.4 Hasil <i>Matching</i> .....	33
<b>BAB IV .....</b>	<b>38</b>
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>38</b>
4.1 Implementasi Sistem .....	38
4.1.1 Perangkat Keras .....	38
4.1.2 Perangkat Lunak.....	39
4.2 Implementasi Metode <i>Spatial Map Matching</i> .....	39
4.2.1 Persiapan Titik Kandidat.....	39
4.2.2 Probabilitas Observasi.....	41
4.2.3 Probabilitas Transmisi.....	42
4.2.4 Proses <i>Matching</i> .....	43
4.3 Implementasi <i>Interface</i> .....	45
4.3.1 <i>Interface Home</i> .....	45
4.3.2 <i>Interface sejarah perjalanan</i> .....	47
4.3.3 <i>Interface proses matching</i> .....	47
4.3.4 <i>Interface Aplikasi Android</i> .....	49
4.4 Pengujian Aplikasi .....	50
4.4.1 Proses Halaman <i>Home</i> .....	50
4.4.2 Pengujian Halaman Info.....	53
4.4.3 Pengujian Halaman <i>History</i> .....	53
4.4.4 Pengujian Halaman Proses <i>Matching</i> .....	54
4.4.5 Pengujian Aplikasi Android.....	55
4.5 Pengujian Lapangan .....	59

4.6 Integrasi Nilai-nilai dalam Islam.....	68
<b>BAB V.....</b>	<b>77</b>
<b>PENUTUP.....</b>	<b>77</b>
5.1 Kesimpulan.....	77
5.2 Saran.....	77
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>79</b>



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Area akurasi GPS .....	14
Gambar 2.2 Probabilitas Observasi.....	15
Gambar 2.3 Probabilitas Transmisi.....	15
Gambar 3.1 Desain <i>Spatial Map Matching</i> .....	20
Gambar 3.2 Titik Kandidat .....	21
Gambar 3.3 Kandidat <i>Graph</i> .....	33
Gambar 4.1 <i>Interface Home</i> .....	46
Gambar 4.2 Tampilan <i>sidebar</i> (a) ditampilkan, (b) diminimalkan .....	46
Gambar 4.3 <i>Interface</i> sejarah perjalanan .....	47
Gambar 4.4 <i>Interface</i> sebelum <i>matching</i> .....	48
Gambar 4.5 <i>Interface</i> sesudah <i>matching</i> .....	49
Gambar 4.6 Tampilan Aplikasi Android.....	49
Gambar 4.7 Data koordinat dari <i>device</i> .....	62
Gambar 4.8 Posisi yang tidak tepat.....	63
Gambar 4.9 Posisi setelah dilakukan <i>matching</i> .....	64
Gambar 4.10 Grafik persentase titik terlihat dan titik hilang.....	67

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Daftar Titik Koordinat GPS .....	22
Tabel 3.2 Daftar Titik Kandidat yang disiapkan .....	22
Tabel 3.3 Data Probabilitas Observasi .....	25
Tabel 3.4 Data Probabilitas Transmisi .....	32
Tabel 3.5 Hasil Analisis Spasial .....	33
Tabel 3.6 Hasil akhir proses <i>matching</i> .....	37
Tabel 4.1 Spesifikasi Perangkat Keras Laptop .....	38
Tabel 4.2 Spesifikasi Perangkat Lunak .....	39
Tabel 4.3 Data Koordinat Awal .....	60
Tabel 4.4 Perbandingan Data Koordinat Sebelum dan Setelah Diproses .....	64

## ABSTRAK

Maftukhin, Mochammad Rizal. 2018. **Implementasi Algoritma *Spatial Map Matching* untuk Mengetahui Lokasi Kendaraan melalui Aplikasi *GPS Tracker***. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Pembimbing: (I) Dr. Muhammad Faisal, (II) Fachrul Kurniawan, ST., M.MT

---

**Kata Kunci:** *Pencurian, GPS Tracker, Spatial Map Matching*

Pada masa ini perkembangan teknologi berkembang secara pesat, termasuk teknologi navigasi untuk penunjuk arah. Salah satu teknologi yang sering digunakan adalah GPS atau *Global Positioning System*. Dalam penelitian ini, GPS dimanfaatkan untuk melacak suatu kendaraan. Perangkat *GPS Tracker* yang terpasang pada kendaraan tersebut akan mengirimkan titik koordinat dari kendaraan kepada aplikasi pelacak untuk memantau pergerakan dari kendaraan. Untuk sekarang ini penerapan *GPS Tracker* banyak digunakan pada perusahaan rental mobil. Peneliti membuat aplikasi berbasis *web* sehingga hanya memerlukan *browser* untuk menjalankannya. Untuk mengakses aplikasi dibutuhkan koneksi internet yang stabil agar berjalan dengan lancar. Selain itu digunakan *metode Spatial Map Matching* untuk meminimalisir kesalahan dalam menampilkan posisi kendaraan. Hal ini menghindari akurasi perangkat GPS yang kurang baik, karena biasanya terjadi penyimpangan. Setelah dilakukan pengujian sejumlah 50 data titik koordinat, didapatkan hasil titik yang terlihat sejumlah 41 titik dengan persentase 82%, sedangkan titik yang hilang sebanyak 9 titik dengan persentase 18%.

## ABSTRACT

Maftukhin, Mochammad Rizal. 2018. ***Implementation of Spatial Map Matching Algorithm to Determine Location of Vehicle through GPS Tracker Application.*** Thesis. Department of Informatic Engineering. Faculty of Science and Technology. State Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang.

Advisers: (I) Dr. Muhammad Faisal, (II) Fachrul Kurniawan, ST., M.MT

---

**Keywords:** Theft, GPS Tracker, Spatial Map Matching

During this time the development of technology is evolving rapidly, including navigation technology to the signposts. One of the technologies that are commonly used are the GPS or Global Positioning System. In this study, the GPS is utilized to track a vehicle. GPS Tracker device installed on the vehicle will send the coordinates of the vehicle to the Tracker application to monitor the movement of vehicles. For now, implementation of the GPS Tracker is widely used on the car rental company. The researchers create web-based applications so that only requires a browser to run it. To access the application needed a stable internet connection to run smoothly. In addition, the method of Spatial Map Matching is used to minimize errors in the display position of the vehicle. This avoids the accuracy of GPS devices that are less good, because usually the case an aberration. After testing a number of 50 point coordinates, obtained results point that looks a number of 41, with 82%, whereas the percentage point of lost as much as 9 points, with 18%.

## ملخص البحث

مفتوحين، محمد رجال. 2018. تنفيذ خوارزمية مطابقة الخريطة المكانية (*Spatial Map Matching*) لتعريف على موقع المركبة من خلال تطبيق المقتفي لنظام تحديد المواقع العالمي (*GPS Tracker*). البحث الجامعي. قسم المعلوماتية كلية العلوم والتكنولوجيا الجامعة الإسلامية الحكومية مولانا مالك إبراهيم مالانج.

الإشراف: الدكتور محمد فيصل، الماجستير، وفخر الكورنيوان، الماجستير

الكلمات الرئيسية: سرقة، المقتفي لتحديد المواقع العالمي، مطابقة الخريطة المكانية الان، هذا التطور التكنولوجي هو سريع جدا، خاصة تكنولوجيا الملاحة للاتجاه. إحدى تكنولوجيا التي تستخدمها غالبًا هي نظام تحديد المواقع العالمي أو *Global Positioning System*. في هذا البحث، يستخدم نظام تحديد المواقع العالمي لتعقب المركبة. سيرسل جهاز المقتفي لنظام تحديد المواقع العالمي المثبت على المركبة عن نقطة إحداثيات المركبة إلى تطبيق المقتفي لمراقبة حركة المركبة. في الوقت الحالي، يستخدم تطبيق المقتفي لنظام تحديد المواقع العالمي على نطاق واسع في شركات تأجير السيارات. نشأ الباحث تطبيقات قائمة على الويب ويتطلب المتصفح لتشغيلها. للوصول إلى التطبيق يتطلب اتصال إنترنت مستقر لتشغيل بسلاسة. بالإضافة إلى ذلك، تستخدم طريقة مطابقة الخريطة المكانية لتقليل الأخطاء في عرض موضع المركبة. يتجنب دقة أجهزة نظام تحديد المواقع العالمي بغير جيد، عادة لوجود انحراف. بعد اختبار ما مجموعه 50 بيانات نقاط إحداثيات، حصلت على نتيجة نقطة بقدرة 41 نقاط بنسبة 82 %، والنقطة المفقودة هي 9 نقاط يعنى بنسبة 18 %.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada masa ini perkembangan teknologi berkembang secara pesat, termasuk teknologi navigasi untuk penunjuk arah. Salah satu teknologi yang penting dalam hal ini adalah GPS atau *Global Positioning System*. Selain difungsikan sebagai sistem navigasi, GPS juga bisa digunakan untuk melacak seseorang atau benda bergerak namun seringkali digunakan untuk melacak kendaraan. Sistem ini memanfaatkan perangkat *GPS Tracker* yang dipasangkan dalam kendaraan atau benda lain yang ingin dilacak. *GPS Tracker* tersebut akan mengirimkan titik koordinat dari kendaraan kepada aplikasi pelacak baik berupa *desktop* atau *mobile* untuk memantau pergerakan dari kendaraan. Untuk sekarang ini penerapan *GPS Tracker* banyak digunakan pada perusahaan rental mobil. Hal ini dilakukan demi menghindari dan mencegah tindak pencurian kendaraan rental yang disewakan.

Dikutip dari *blog.hipcar.com*, berdasarkan data yang dihimpun BPS dari Kepolisian Negara Republik Indonesia, Survei Sosial Ekonomi Nasional, dan Potensi Desa, pada tahun 2015 terdapat 38.389 kasus pencurian kendaraan bermotor dengan lingkup seluruh Indonesia. Sementara di Jawa Timur sendiri telah terjadi 1.273 kasus pencurian kendaraan bermotor. Sebagian dari angka tersebut, merupakan kejahatan yang tertuju pada kendaraan rental. Oleh karena itu sangat perlu diwaspadai dengan memasang alat *GPS Tracker*.

*GPS Tracker* yang beredar saat ini sudah memiliki beberapa kelebihan diantaranya dilengkapi fungsi alarm jarak jauh dan beberapa memiliki fitur perekam suara. Meskipun memiliki banyak kelebihan tersebut namun tidak terlepas juga dari adanya kekurangan didalamnya. Menurut Tommy Santoso, kekurangan GPS antara lain pengguna GPS untuk mengetahui posisi yang mengandalkan setidaknya tiga satelit ini tidak selamanya akurat dan terkadang dibutuhkan satu satelit untuk memperbaiki sinyal yang diterima karena ketidakakuratan posisi yang ditunjukkan. Untuk mengukur dan meningkatkan akurasi ini, Allah SWT telah berfirman dalam suratnya Al Qomar ayat 49 dan Al Furqan ayat 2.

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقْنَاهُ بِقَدَرٍ

Artinya: “*Sesungguhnya Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukuran*”.

(Q.S. Al Qomar: 49)

الَّذِي لَهُ مُلْكُ السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَلَمْ يَتَّخِذْ وَلَدًا وَلَمْ يَكُنْ لَهُ شَرِيكٌ فِي الْمُلْكِ  
وَخَلَقَ كُلَّ شَيْءٍ فَقَدَرَهُ تَقْدِيرًا

Artinya: “*Yang kepunyaan-Nya lah kerajaan langit dan bumi, dan Dia tidak mempunyai anak, dan tidak ada sekutu bagi-Nya dalam kekuasaan(Nya), dan dia telah menciptakan segala sesuatu, dan Dia menetapkan ukuran-ukurannya dengan serapi-rapinya*”. (Q.S. Al Furqan: 2)

Sebagaimana hal tersebut dalam penelitian yang diajukan ini yaitu mengatasi masalah akurasi dari GPS dengan menggunakan metode *Spatial*

*Map Matching*. Sehingga apabila terdapat titik GPS yang melenceng atau tidak akurat saat ditampilkan pada aplikasi *GPS Tracker*, titik tersebut dapat tepat lokasi dimana ia berada. Dikutip dari pernyataan Ilham yang merupakan salah seorang owner perusahaan rental di Malang, beliau menanggapi bahwa meningkatkan akurasi itu sangat bagus, dengan begitu owner dapat selalu memantau secara tepat akurat dimana posisi kendaraan yang dimilikinya. Penelitian dilakukan dengan simulasi menggunakan *smartphone* sebagai pengganti perangkat *GPS Tracker* serta fokus utama penelitian untuk meningkatkan keakuratan posisi GPS pada peta.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan masalah yang telah dipaparkan pada latar belakang di atas, maka dapat diketahui permasalahannya adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana membangun aplikasi pelacakan kendaraan berbasis web dengan menggunakan metode *Spatial Map Matching*?
2. Seberapa akurat metode *Spatial Map Matching* untuk meningkatkan akurasi *GPS Tracker*?

## 1.3 Tujuan Masalah

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Membangun aplikasi yang berguna untuk melacak kendaraan serta penerapan *Spatial Map Matching* dalam menentukan lokasi pada peta digital.
2. Mengukur akurasi dari metode *Spatial Map Matching*.

#### 1.4 Batasan Masalah

Dalam membangun aplikasi *GPS Tracker* ini diberikan pembatasan penelitian untuk menghindari pembahasan masalah yang terlalu meluas dan agar tidak terjadi penyimpangan terhadap topik yang ditentukan. Adapun batasan penelitiannya sebagai berikut.

1. *Smartphone android* disimulasikan sebagai perangkat GPS dengan paket data aktif.
2. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah Java dan php.
3. Peta yang digunakan untuk penelitian adalah kota Malang.
4. Menggunakan data jalan yang berasal dari *OpenStreetMap.org*.
5. Metode yang digunakan untuk memperbaiki posisi kendaraan saat kendaraan berjalan.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Sebagai alat pelacak dan alternatif keamanan lain untuk memantau perjalanan seorang sopir penyewa kendaraan dan mencegah terjadinya penggelapan atau pencurian kendaraan. Selain itu juga dalam penelitian ini untuk menguji tingkat akurasi dari pada metode *Spatial Map Matching* yang digunakan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Landasan Teori**

##### **2.1.1 GPS**

Global Positioning System (GPS) adalah sistem navigasi berbasis satelit yang dikembangkan oleh Departemen Pertahanan Amerika Serikat pada awal tahun 1970an. Awalnya, GPS dikembangkan sebagai sistem militer untuk memenuhi kebutuhan militer di Amerika Serikat. Namun kemudian dibuat untuk tersedia bagi warga umum, dan sekarang kegunaannya menjadi ganda yang dapat diakses oleh orang militer dan orang sipil. GPS menyediakan informasi posisi dan waktu yang terus-menerus di manapun seseorang itu berada di muka bumi dalam kondisi cuaca apapun. Karena melayani pengguna tanpa batas dan juga digunakan untuk alasan keamanan, GPS adalah sistem satu arah (pasif). Artinya, pengguna hanya bisa menerima sinyal satelit saja. Pada bagian ini akan memperkenalkan sistem GPS, komponennya, dan gagasan dasarnya.

##### **2.1.1.1 Tentang GPS**

GPS terdiri dari sekumpulan satelit yang beroperasi normal, kurang lebih berjumlah 24 satelit. Kumpulan satelit ini dikenal sebagai *Initial Operational Capability* (IOC), yang dicetuskan pada bulan Juli 1993. Pengumuman resmi IOC dilakukan pada tanggal 8 Desember 1993. Untuk memastikan cakupan agar dapat tersebar di seluruh dunia pengembangannya

akan terus berlanjut, satelit untuk GPS disusun sedemikian rupa sehingga empat satelit ditempatkan di masing-masing enam bidang orbit. Dengan sekumpulan geometri yang terbentuk ini, empat sampai sepuluh satelit GPS akan terlihat di manapun di seluruh dunia, jika sudut elevasi  $10^\circ$  dipertimbangkan. Seperti yang akan dibahas nanti, hanya dibutuhkan empat satelit untuk memberikan posisi atau lokasi dan informasi. Orbit dari satelit GPS berbentuk hampir seperti lingkaran (elips), dengan kemiringan sekitar  $55^\circ$  ke khatulistiwa. Sumbu utama dari orbit GPS adalah sekitar 26.560 km (ketinggian satelit sekitar 20.200 km di atas permukaan bumi). Periode orbitnya adalah sekitar 12 jam (tepatnya 11 jam, 58 menit). Sistem GPS dinyatakan secara resmi telah mencapai kemampuan operasional penuh atau disebut FOC (*Full Operational Capability*) pada tanggal 17 Juli 1995, yang memastikan tersedia setidaknya 24 satelit operasional bukan eksperimental. Kenyataannya, seperti yang ditunjukkan pada bagian 1.4, semenjak GPS mencapai FOC-nya, jumlah satelit GPS selalu lebih dari 24 satelit operasional.

#### 2.1.1.2 Bagian-bagian GPS

GPS terdiri dari tiga bagian, yaitu bagian ruang, bagian kontrol, dan bagian pengguna. Bagian ruang terdiri dari 24 sekumpulan satelit seperti yang telah dijelaskan sebelumnya. Setiap satelit GPS mentransmisikan sinyal, yang memiliki sejumlah komponen yaitu dua gelombang sinus yang juga dikenal sebagai frekuensi pembawa dua kode digital, dan pesan navigasi. Kode dan pesan navigasi ditambahkan ke pembawa sinyal sebagai modulasi biner. Pembawa sinyal dan kode digunakan untuk menentukan jarak dari penerima

pengguna ke satelit GPS. Pesan navigasi tersebut berisi lokasi bersamaan dengan informasi lainnya, seperti koordinat (lokasi).

Bagian kontrol dari sistem GPS terdiri dari jaringan stasiun pelacakan yang ada di seluruh belahan dunia, dengan stasiun kendali utamanya berada di Amerika Serikat di Colorado Springs, Colorado. Tugas utama dari bagian pengendalian adalah memantau satelit GPS untuk menentukan dan memprediksi lokasi satelit, integritas sistem, kondisi jam atom satelit, data atmosfer, dan lain sebagainya. Informasi ini kemudian dikemas dan diupload ke satelit GPS serta kondisi sebaliknya.

Bagian pengguna mencakup semua pengguna dari militer maupun warga sipil. Dengan penerima GPS yang terhubung ke antena GPS, pengguna dapat menerima sinyal GPS yang dapat digunakan untuk menentukan posisinya di manapun dia berada. GPS saat ini tersedia untuk semua pengguna yang ada di seluruh dunia tanpa dipungut biaya alias gratis.

### **2.1.1.3 Integrasi GPS pada Seluler**

Teknologi komunikasi seluler semakin banyak diterima di seluruh dunia. Baik jumlah pelanggan maupun luasan wilayah jangkauan seluler terus meningkat. Selain itu, cakupan seluler digital yang lebih baik terus ditingkatkan. Teknologi lokasi berbasis handset mengintegrasikan GPS dengan komunikasi seluler melalui pemasangan chipset GPS di dalam handset telepon.

Tidak seperti teknologi berbasis jaringan, teknologi lokasi berbasis handset sangat mudah diterapkan dan tidak memerlukan pemasangan

peralatan tambahan di base station (misalnya penerima waktu GPS). Pada masa sekarang ini, hampir seluruh telepon seluler telah dilengkapi dengan perangkat GPS di dalamnya. Namun meskipun begitu karena masih keterbatasan teknologi, beberapa sinyal GPS kadang terasa lemah untuk bisa diterima jika berada di dalam bangunan yang tertutup rapat.

Tapi dalam waktu dekat, masalah tersebut akan terselesaikan dengan pengembangan teknologi seluler generasi baru, yaitu jaringan digital pita lebar 4G, yang akan meneruskan teknologi 3G pada generasi sebelumnya. Teknologi selular 4G mendukung suara, data kecepatan tinggi, dan aplikasi multimedia. Selain itu, teknologi ini menggunakan standar global yang umum, yang tidak hanya mengurangi biaya operasional namun juga membuat sistem ini dapat digunakan di seluruh dunia. Selain itu, dengan teknologi baru ini, perangkat dapat dihidupkan sepanjang pengiriman data perihal pembayaran dengan paket yang mereka terima/kirim.

### 2.1.2 Internet

Internet adalah singkatan dari kata *Interconnection Networking*, yang berarti seluruh jaringan komputer yang saling terhubung menggunakan standar sistem global *Transmission Control Protocol/Internet Protocol Suite* (TCP/IP) sebagai protokol pertukaran paket (*packet switching communication protocol*) untuk melayani miliaran pengguna di seluruh dunia.

Dalam mengatur integrasi dan komunikasi jaringan komputer ini menggunakan protokol yaitu TCP (*Transmission Control Protocol*) bertugas untuk memastikan bahwa semua hubungan bekerja dengan benar, sedangkan

IP (*Internet Protocol*) yang mentransmisikan data dari satu komputer ke komputer lain. TPC/IP secara umum berfungsi memilih rute terbaik transmisi data, memilih rute alternatif jika suatu rute tidak dapat di gunakan, mengatur dan mengirimkan paket-paket pengiriman data.

Menilik dari sejarah perkembangannya, Internet merupakan jaringan komputer yang dibentuk oleh Departemen Amerika pada tahun 1969 melalui proyek ARPANET (*Advanced Research Project Agency Network*), di mana mereka menampilkan bagaimana dengan *hardware* dan *software* komputer yang berbasis UNIX, kita bisa melakukan komunikasi dalam jarak yang tidak terhingga melalui saluran telepon.

Pengertian dari internet secara lebih luas lagi adalah sebuah sistem komunikasi global (mendunia) yang dapat menghubungkan antar komputer serta jaringannya di seluruh dunia. Secara fisik, dianalogikan sebagai jaringan laba-laba (web) yang menyelimuti bola dunia dan terdiri dari titik-titik (*node*) yang saling berhubungan.

Pengertian internet menurut para ahli sebagai berikut:

1. Menurut Onno W. Purbo (2005)

Pengertian menurut seorang pakar internet asal Indonesia, Onno W. Purbo menjelaskan bahwa internet dengan berbagai aplikasinya seperti Web, VoIP, *e-mail* pada dasarnya merupakan media yang digunakan untuk mengefesiensikan proses komunikasi.

2. Menurut tim penelitian dan pengembangan wahana komputer (2005)

Internet adalah metode untuk menghubungkan berbagai komputer ke dalam satu jaringan global, melalui protokol yang disebut *Transmission Control Protocol / Internet Protocol* (TCP/IP).

3. Menurut Lani Sidharta (1996)

Walaupun secara fisik internet adalah interkoneksi antar jaringan komputer namun secara umum internet harus dipandang sebagai sumber daya informasi. Isi internet adalah informasi, dapat dibayangkan sebagai suatu *database* atau perpustakaan multimedia yang sangat besar dan lengkap. Bahkan internet dipandang sebagai dunia dalam bentuk lain (maya) karena hampir seluruh aspek kehidupan di dunia nyata ada di internet seperti bisnis, hiburan, olah raga, politik dan lain sebagainya.

4. Menurut Drew Heywood (1996)

Menerangkan sejarah internet bermula pada akhir dekade 60-an saat *United States Department of Defense* (DoD) memerlukan standar baru untuk komunikasi *internet working*. Yaitu standar yang mampu menghubungkan segala jenis komputer di DoD dengan komputer milik kontraktor militer, organisasi penelitian dan ilmiah di universitas. Jaringan ini harus kuat, aman dan tahan kerusakan sehingga mampu beroperasi di dalam kondisi minimum akibat bencana atau perang.

5. Menurut Strauss, El-Ansary, Frost (2003)

Internet adalah seluruh jaringan yang saling terhubung satu sama lain. Beberapa komputer-komputer dalam jaringan ini menyimpan *file*, seperti halaman web, yang dapat diakses oleh seluruh jaringan komputer.

### 2.1.3 PHP

*Hypertext Preprocessor* (PHP) adalah skrip yang berjalan pada *server side* yang ditambahkan dalam HTML. PHP itu sendiri merupakan singkatan dari *Personal Home Page Tools*. Skrip ini akan membuat suatu aplikasi yang dapat diintegrasikan kedalam HTML sehingga suatu halaman HTML tidak lagi bersifat statis, namun menjadi bersifat dinamis. Sifat *server side* membuat pengerjaan skrip tersebut dikerjakan di *server* sedangkan yang dikirimkan kepada *browser* adalah hasil proses dari skrip tersebut yang sudah berbentuk HTML.

PHP dibuat pada tahun 1994 oleh Rasmus Lerdorf. Tetapi dikembangkan oleh orang lain dan setelah melalui tiga kali karya penulisan, akhirnya PHP menjadi Bahasa Pemrograman Web. PHP adalah sebuah produk yang berbentuk *open source*, sehingga *source code* dari PHP dapat digunakan, diganti, diedit tanpa harus membayar atau dikenakan biaya (Betha Sidik, 2001).

### 2.1.4 Web Application

Aplikasi web atau *web application* merupakan sebuah aplikasi yang menggunakan teknologi *browser* untuk menjalankan aplikasi dan diakses melalui jaringan komputer (Remick, 2011). Sedangkan menurut (Rouse, 2011) aplikasi web adalah sebuah program yang disimpan di *server* dan dikirim melalui internet dan diakses melalui antarmuka *browser*. Dari pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa aplikasi web merupakan aplikasi yang diakses menggunakan *web browser* melalui jaringan internet atau intranet. Aplikasi web juga merupakan suatu perangkat lunak komputer yang dikodekan dalam bahasa

pemrograman yang mendukung perangkat lunak berbasis web seperti HTML, JavaScript, CSS, Ruby, Python, Php, Java dan bahasa pemrograman lainnya.

Aplikasi web memiliki beberapa keunggulan seperti berikut:

- 1) Kita dapat menjalankan aplikasi berbasis web dimanapun kapanpun tanpa harus melakukan penginstalan.
- 2) Terkait dengan isu lisensi (hak cipta), kita tidak memerlukan lisensi ketika menggunakan *web-based application*, sebab lisensi telah menjadi tanggung jawab dari web penyedia aplikasi.
- 3) Dapat dijalankan di sistem operasi manapun. Tidak peduli apakah kita menggunakan linux, windows, aplikasi berbasis web dapat dijalankan asalkan kita memiliki *browser* dan akses internet.
- 4) Dapat diakses lewat banyak media seperti: komputer, *handheld* dan *handphone* yang sudah sesuai dengan standard WAP.
- 5) Tidak perlu spesifikasi komputer yang tinggi untuk menggunakan aplikasi berbasis web ini, sebab di beberapa kasus, sebagian besar proses dilakukan di *web server* penyedia aplikasi berbasis web ini.

Adapun kekurangannya yaitu:

- 1) Dibutuhkan koneksi intranet dan internet yang cepat dan stabil, hal ini bertujuan agar pada saat aplikasi dijalankan akan berjalan dengan baik dan lancar.

- 2) Dibutuhkan sistem keamanan yang baik dikarenakan aplikasi dijalankan secara terpusat, sehingga apabila *server* di pusat *down* maka sistem aplikasi tidak bisa berjalan.

### 2.1.5 *Spatial Matching (S-Matching)*

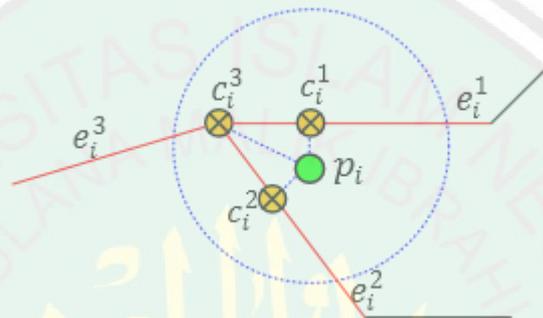
*Spatial matching* merupakan salah satu dari beberapa algoritma *map matching* yang menggunakan data GPS pada peta digital dan menggunakan analisa spasial geografis untuk membuat kandidat grafik berdasar data GPS yang ada, lalu setelahnya akan dilakukan perhitungan jarak terdekat untuk menentukan atau mencocokkannya grafik tersebut ke dalam peta yang asli. Sebelum membahas *spatial matching* lebih jauh, lebih baiknya membahas terlebih dahulu konsep analisa spasial.

Analisa spasial merupakan sekumpulan metoda untuk menemukan dan menggambarkan tingkatan/pola dari sebuah fenomena spasial, sehingga dapat dimengerti dengan lebih baik. Dengan melakukan analisis spasial, diharapkan muncul informasi baru yang dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan di bidang yang dikaji. Metoda yang digunakan sangat bervariasi, mulai observasi visual sampai ke pemanfaatan matematika/statistik terapan (Sadahiro, 2006).

*Spatial matching* termasuk algoritma yang membutuhkan sampel data yang sedikit atau disebut *low sampling rate*. Dalam analisis spasial ini menggunakan informasi geometrik dan topologi jaringan jalan untuk mengevaluasi kandidat poin. Informasi geometrik digabungkan dengan

menggunakan probabilitas observasi, dan informasi topologi diekspresikan dengan menggunakan probabilitas transmisi.

Seperti yang ditampilkan pada gambar 2.1 disitu digambarkan bahwa garis berwarna merah mewakili gambar jalan pada peta sedangkan lingkaran biru menggambarkan area akurasi dari GPS. Disini  $C$  merupakan titik kandidat yang telah disiapkan sebelumnya.

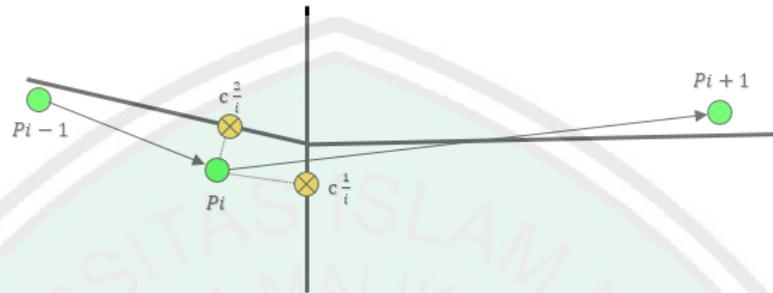


Gambar 2.1 Area akurasi GPS

Kemudian  $P$  merupakan titik koordinat yang didapatkan dari GPS. Dari gambar tersebut diketahui juga bahwa tidak selamanya atau terkadang titik GPS bisa tidak akurat apabila ditampilkan pada peta dari aplikasi *GPS tracker*. Seharusnya titik GPS  $P$  berada pada salah satu titik kandidat  $C$  yang menunjukkan jalan sebenarnya, sebab titik  $P$  dalam gambar menunjukkan posisi yang melenceng dari posisi seharusnya ia berada. Sehingga perlu dilakukan langkah-langkah agar titik tersebut menunjukkan posisi yang tepat pada peta *GPS tracker*.

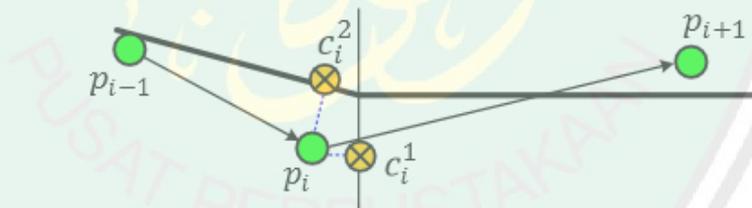
Pada *spatial map matching* menggunakan baik segi geografis dan topologi dari suatu wilayah. Untuk mendapatkan informasi geografis dilakukan dengan menggunakan probabilitas observasi dan informasi topologinya dilakukan dengan probabilitas transmisi.

Untuk menjelaskan probabilitas observasi dapat dilihat pada gambar 2.2.  $P$  menunjukkan jalur yang dilalui. Di gambar tersebut titik  $P_i$  merupakan titik yang didapat dari GPS, titik  $c_i^2$  dan  $c_i^1$  merupakan titik kandidat yang tepat seharusnya titik  $P_i$  berada.



Gambar 2.2 Probabilitas Observasi

Dengan menggunakan probabilitas observasi dicari titik kandidat yang paling dekat dan berada pada jalur yang dilalui, dalam hal ini titik yang paling dekat adalah titik  $c_i^2$ , maka titik yang tepat dimana titik  $P_i$  seharusnya berada adalah pada titik  $c_i^2$ .



Gambar 2.3 Probabilitas Transmisi

Hal tersebut akan berbeda lagi bila menemui masalah seperti pada gambar 2.3. Pada gambar ditunjukkan bahwa titik  $P_i$  lebih dekat dengan titik kandidat  $c_i^1$  padahal jalur yang dilalui berada pada titik kandidat  $c_i^2$ . Apabila menemui hal yang seperti ini maka dilakukan cara probabilitas transmisi agar titik  $P_i$  tetap berada pada posisi sebagaimana dalam jalur yang dilalui.

Probabilitas transmisi dilakukan dengan menghitung jarak terpendek dari posisi sebelumnya ke titik kandidat yaitu titik  $p_{i-1}$  dan  $c_i^j$ . Dengan begitu posisi sebenarnya dari titik  $P_i$  akan tetap berada pada jalur yang telah dilalui. Probabilitas observasi dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$N(c_i^j) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{(x_i^j - \mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (2.1)$$

Dimana  $x_i^j = \text{dist}(c_i^j, p_i)$  adalah jarak antara  $p_i$  dan  $c_i^j$ . Namun, probabilitas observasi tidak memperhitungkan konteks posisi dari titik GPS, sehingga terkadang menyebabkan hasil pencocokan titik yang salah. Maka untuk menghindari hal tersebut digunakan perhitungan probabilitas transmisi agar titik GPS yang melenceng dapat diminimalisir dan dapat dicocokkan ke titik yang seharusnya berada.

Probabilitas transmisi dinyatakan sebagai berikut:

$$V(c_{i-1}^t \rightarrow c_i^s) = \frac{d_{i-1 \rightarrow i}}{w_{(i-1,t) \rightarrow (i,s)}} \quad (2.2)$$

Dimana  $d_{i-1 \rightarrow i} = \text{dist}(p_i, p_{i-1})$  adalah jarak *euclidean* antara  $p_i$  dan  $p_{i-1}$ , dan  $w_{(i-1,t) \rightarrow (i,s)}$  adalah panjang dari jalur terpendek dari  $c_{i-1}^t$  ke  $c_i^s$ .

Dari rumus-rumus yang telah didapat diatas, maka persamaan dari *spatial analysis* dapat dinyatakan seperti berikut ini sebagai gabungan dari probabilitas observasi dan probabilitas transmisi:

$$F_s(c_{i-1}^t \rightarrow c_i^s) = N(c_i^j) \times V(c_{i-1}^t \rightarrow c_i^s), 2 \leq i \leq n \quad (2.3)$$

Dimana  $c_{i-1}^t$  dan  $c_i^s$  adalah dua titik kandidat untuk dua titik GPS bersebelahan  $p_{i-1}$  dan  $p_i$ .

Persamaan di atas menghitung kemungkinan bahwa suatu benda bergerak dari  $c_{i-1}^t$  ke  $c_i^s$  menggunakan produk dari dua fungsi probabilitas, sehingga informasi geometrik dan topologi dipertimbangkan. Perhatikan bahwa dalam praktiknya, tidak mungkin benda bergerak untuk selalu mengikuti jalur terpendek. Oleh karena itu probabilitas observasi  $N(c_i^j)$  tidak dapat dihilangkan dari persamaan. Dengan analisa spasial untuk dua titik GPS bersebelahan  $p_{i-1}$  dan  $p_i$ , satu set jalur kandidat  $c_{i-1}^t \rightarrow c_i^s$  akan dihasilkan. Setiap jalur diberi nilai pengukuran spasial yang dihitung dari persamaan di atas.

## 2.2 Penelitian Terkait

Bart Kuijpers, dkk. 2016. dalam penelitiannya yang berjudul *Uncertainty-Based Map Matching: The Space-Time Prism and k-Shortest Path Algorithm* menjelaskan secara detil tentang metode-metode apa saja yang digunakan untuk *map matching*. Dari beberapa metode tersebut dikelompokkan ke dalam tiga golongan. Yaitu, analisa geometris, analisa topologi, dan analisa probabilitas. Penelitian ini sebenarnya berfokus utama dalam mengajukan metode baru yang menurut peneliti lebih efektif dibanding metode yang telah dipaparkan sebelumnya. Metode tersebut disebut dengan metode *The Space-Time Prism and k-Shortest Path*. Diakhir penelitian juga dilakukan beberapa tes untuk membandingkan metode yang diajukan dengan metode yang sudah ada. Perbandingan tersebut digambarkan dengan tabel dan grafik secara jelas.

Ming Ren dan Hassan A. Karimi (2011) melakukan penelitian tentang *map matching* dengan menggunakan metode *fuzzy logic* (logika fuzzy) untuk navigasi kursi roda. Dalam jurnalnya ini dijelaskan langkah-langkah melakukan *fuzzy logic map matching*. Langkah tersebut terbagi menjadi 3 bagian utama, yaitu *fuzzification of inputs and outputs*, *inference*, dan *defuzzification*. Setelah itu dilakukan proses *map matching*-nya berdasarkan data logika fuzzy yang telah dibuat. Hasil dari penelitian dibuat ke dalam bentuk gambar dan tabel untuk menampilkan jumlah titik, jumlah titik yang salah, prosentase titik yang benar, waktu perhitungan dalam detik, dan rata-rata waktu yang diperlukan untuk perhitungan.

Mohammed A. Quddus, dkk. (2007). Jurnalnya yang berjudul *Current map-matching algorithms for transport applications: State of the art and future research directions* menjelaskan tentang metode-metode *map matching* yang sudah ada dan dikelompokkan ke dalam beberapa golongan. Dalam jurnalnya banyak dikutip dari berbagai jurnal lain yang terkait lalu dianalisa sebagai penelitian untuk masa depan.

Jing Yuan, dkk. (2010). Menuliskan penelitian yang menjelaskan pengembangan dari metode *ST-Matching* yang disebut dengan *Interactive Voting based Map Matching* (IVMM). Dalam jurnalnya, peneliti menjelaskan langkah-langkah metode IVMM. Langkah awal metode ini kurang lebih sama dengan *ST-Matching* dengan pengembangan pada langkah selanjutnya. Metode ini menurut peneliti lebih akurat ketimbang *ST-Matching*, dibuktikan dengan dilakukannya tes. Hasilnya digambarkan kedalam grafik dan dari situ diketahui bahwa memang ada peningkatan akurasi.

## **BAB III**

### **PERANCANGAN SISTEM**

Pada bab ini akan dibahas mengenai beberapa hal, yaitu tahapan perancangan sistem yang dilakukan dalam penelitian. Dalam hal ini berhubungan dengan perancangan program *GPS Tracker* menggunakan algoritma *Spatial Map Matching*.

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengukur seberapa tingkat akurasi dari *Spatial Map Matching* untuk meningkatkan akurasi *GPS Tracker*. Sistem yang akan dibangun akan memproses inputan koordinat yang diperoleh dari perangkat GPS, apabila koordinat tersebut berada tidak pas pada jalur semestinya atau melenceng, akan diproses sehingga nantinya akan berada tepat pada jalurnya pada peta jalan raya. Oleh karena itu, diharapkan dengan penerapan sistem ini dapat memantau kendaraan lebih baik dari pada sistem sebelumnya.

#### **3.1 Spesifikasi Kebutuhan Sistem**

Tahapan ini menganalisa kebutuhan spesifikasi terhadap komponen-komponen apa saja yang dibutuhkan untuk pembuatan sistem. Pada penelitian ini dilakukan dengan simulasi menggunakan perangkat *smartphone* sebagai pengganti perangkat *GPS Tracker*. Komponennya sendiri terbagi menjadi dua macam, yaitu perangkat lunak (*software*) dan perangkat keras (*hardware*).

### 3.1.1 Software

Kebutuhan *software* dari perangkat *smartphone* sebagai simulasi yang diperlukan dalam membangun sistem adalah sebagai berikut:

- Sistem operasi Android 4.4 (*KitKat*) ke atas.

Sedangkan untuk perangkat sistem *GPS Tracker*nya yang berbasis *web application* sebagai berikut:

- Sistem operasi Windows 7 ke atas.
- Aplikasi *Web Browser*

### 3.1.2 Hardware

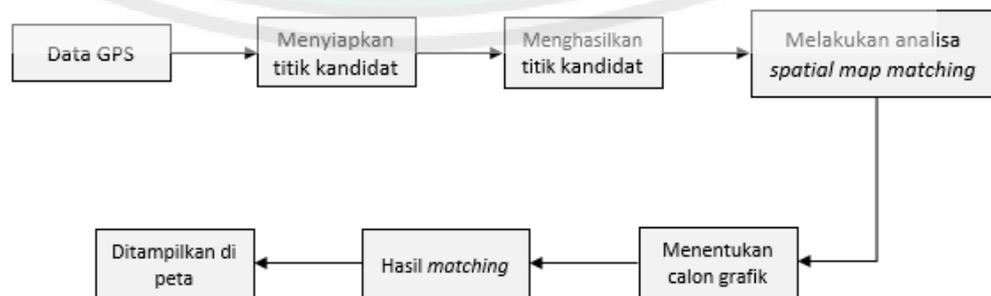
Untuk kebutuhan *hardware* dari perangkat *smartphone* yang diperlukan adalah sebagai berikut:

- Perangkat Android
- *Support GPS*
- Internet aktif

Sedangkan untuk *GPS Tracker* nya:

- Koneksi internet yang stabil

## 3.2 Desain Sistem



Gambar 3.1 Desain *Spatial Map Matching*

Desain sistem untuk metode *Spatial Map Matching* dapat dilihat pada gambar 3.1 seperti yang ditampilkan di atas.

### 3.2.1 Data GPS

Data yang digunakan berupa titik koordinat yang didapatkan dari GPS *smartphone*, dari *smartphone* tersebut data akan dikirim ke *database* dahulu lalu aplikasi web sebagai *user interface* nya akan mengambil data tersebut dari *database*. Data titik koordinat disimpan dalam kolom *longitude* dan *latitude*. Untuk memudahkan memproses nilai dari titik koordinat yang semula berformat derajat dirubah dulu ke dalam format desimal. Selain itu dengan dirubahnya ke dalam bentuk desimal, maka lebih mudah disimpan ke dalam *database*.

### 3.2.2 Persiapan Titik Kandidat

Dalam hal ini yang dimaksudkan adalah menyiapkan data titik kandidat yang nantinya akan dilakukan perhitungan *spatial map matching*. Untuk pertama yang perlu dilakukan adalah melakukan digitasi poin untuk menentukan titik kandidat yang nantinya akan dicocokkan dengan titik GPS



Gambar 3.2 Titik Kandidat

yang kurang tepat. Seperti yang diperlihatkan pada gambar 3.2, titik yang ditandai dengan warna hijau menunjukkan titik poin GPS yang kurang akurat. Titik GPS tersebut didapatkan dari perangkat *smartphone* android. Titik GPS tersebut akan diproses agar meningkatkan akurasi. Sedangkan titik berwarna oranye menunjukkan titik kandidat sebagai titik untuk menempatkan titik GPS seharusnya berada. Garis hitam adalah jalur yang dilalui oleh kendaraan atau target yang dilacak. Masing-masing titik GPS tersebut memiliki beberapa titik kandidat, maka untuk menentukan titik dimana tempat yang tepat bagi titik tersebut dilakukan langkah-langkah yang akan dijelaskan selanjutnya.

Di bawah ini merupakan data dari titik-titik yang ditampilkan pada gambar peta di atas.

Tabel 3.1 Daftar Titik Koordinat GPS

Titik GPS	Latitude	Longitude
P <sub>1</sub>	-8,142444	112,310557
P <sub>2</sub>	-8,142022	112,310931
P <sub>3</sub>	-8,142212	112,311410
P <sub>4</sub>	-8,142285	112,312071

Tabel 3.2 Daftar Titik Kandidat yang disiapkan

Titik Kandidat	Latitude	Longitude	Jarak ke P <sub>n</sub>
C <sub>1</sub> <sup>1</sup>	-8,142357	112,310269	32,9184
C <sub>1</sub> <sup>2</sup>	-8,141979	112,310403	53,9496
C <sub>1</sub> <sup>3</sup>	-8,142082	112,310675	42,9768
C <sub>2</sub> <sup>1</sup>	-8,142150	112,310885	14,0208

Titik Kandidat	Latitude	Longitude	Jarak ke P <sub>n</sub>
$C_2^2$	-8,142049	112,311150	22,86
$C_3^1$	-8,142344	112,311362	14,9352
$C_3^2$	-8,142233	112,311561	17,0688
$C_4^1$	-8,142538	112,311874	35,9664
$C_4^2$	-8,142651	112,312160	41,148
$C_4^3$	-8,142300	112,312230	24,9936

### 3.2.3 Analisa *Spatial Map Matching*

Setelah data-data sebagai inputannya telah didapatkan, maka langkah selanjutnya melakukan analisis spasial. Analisis spasial dilakukan untuk mengolah titik kandidat yang relevan bagi titik GPS dengan mengevaluasi dari segi informasi geometris serta topologi jaringan jalan. Pada analisis spasial terdapat beberapa tahap perhitungan, yaitu probabilitas observasi dan probabilitas transmisi.

Langkah awal dilakukan perhitungan distribusi normal untuk menentukan bobot dari titik kandidat sekaligus sebagai penentuan probabilitas observasi. Probabilitas observasi sendiri akan melakukan *sampling* titik GPS berdasarkan jarak terdekat dari jalur jalan. Perhitungannya menggunakan persamaan 2.1 yang akan dijelaskan seperti berikut ini:

$$\begin{aligned}
 N(c_1^1) &= \frac{1}{\sqrt{2 \times 3,14 \times 20}} \times 2,7183^{\frac{-(32,9184-43,2816)^2}{2 \times 20^2}} \\
 &= \frac{1}{\sqrt{125,6}} \times 2,7183^{\frac{-(-10,3632)^2}{800}} \\
 &= \frac{1}{11,21} \times 2,7183^{-0,1342}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{1}{11,21} \times 0,8744$$

$$= 0,078$$

$$N(c_1^2) = \frac{1}{11,21} \times 2,7183^{0,1422}$$

$$= \frac{1}{11,21} \times 1,1529$$

$$= 0,10$$

$$N(c_1^3) = \frac{1}{11,21} \times 2,7183^{-0,00012}$$

$$= \frac{1}{11,21} \times 0,999884$$

$$= 0,089$$

$$N(c_2^1) = \frac{1}{11,21} \times 2,7183^{0,0244}$$

$$= 0,091$$

$$N(c_2^2) = \frac{1}{11,21} \times 2,7183^{-0,0244}$$

$$= 0,087$$

$$N(c_3^1) = \frac{1}{11,21} \times 2,7183^{0,00142}$$

$$= 0,0893$$

$$N(c_3^2) = \frac{1}{11,21} \times 2,7183^{-0,00143}$$

$$= 0,0891$$

$$N(c_4^1) = \frac{1}{11,21} \times 2,7183^{0,00466}$$

$$= 0,0896$$

$$N(c_4^2) = \frac{1}{11,21} \times 2,7183^{0,06323}$$

$$= 0,095$$

$$N(c_4^3) = \frac{1}{11,21} \times 2,7183^{-0,10221}$$

$$= 0,099$$

Setelah dilakukan perhitungan tersebut, maka didapatkan hasil probabilitas observasi seperti dibawah ini.

N :

Tabel 3.3 Data Probabilitas Observasi

$c_1^1$	$c_1^2$	$c_1^3$	$c_2^1$	$c_2^2$	$c_3^1$	$c_3^2$	$c_4^1$	$c_4^2$	$c_4^3$
0,078	0,10	0,089	0,091	0,087	0,0893	0,0891	0,0896	0,095	0,099

Kemudian tahap selanjutnya melakukan perhitungan dengan menggunakan probabilitas transmisi. Probabilitas transmisi merupakan perhitungan antara jarak titik kandidat terdekat sebelumnya dengan titik kandidat selanjutnya berdasarkan titik poin GPS yang berdekatan. Perhitungan ini bertujuan untuk mencari titik kandidat yang terbaik. Perhitungannya dilakukan dengan persamaan 2.2, berikut contohnya :

$$\begin{aligned}
 V(C_1^1 \rightarrow C_2^1) &= \frac{\sqrt{(-8,142444 - (-8,142022))^2 + (112,310557 - 112,310931)^2}}{\sqrt{(-8,142357 - (-8,142150))^2 + (112,310269 - 112,310885)^2}} \\
 &= \frac{\sqrt{0,0000001781 + 0,0000001399}}{\sqrt{0,0000000428 + 0,0000003795}} \\
 &= \frac{\sqrt{3,18 \times 10^{-7}}}{\sqrt{4,22 \times 10^{-7}}}
 \end{aligned}$$

$$= \frac{5,64 \times 10^{-4}}{6,5 \times 10^{-4}}$$

$$= 0,868$$

$$V(C_1^1 \rightarrow C_2^2) = \frac{\sqrt{(-8,142444 - (-8,142022))^2 + (112,310557 - 112,310931)^2}}{\sqrt{(-8,142357 - (-8,142150))^2 + (112,310269 - 112,310885)^2}}$$

$$= \frac{\sqrt{0,0000001781 + 0,0000001399}}{\sqrt{0,0000000949 + 0,0000007762}}$$

$$= \frac{\sqrt{3,18 \times 10^{-7}}}{\sqrt{8,71 \times 10^{-7}}}$$

$$= \frac{5,64 \times 10^{-4}}{9,33 \times 10^{-4}}$$

$$= 0,604$$

$$V(C_1^2 \rightarrow C_2^1) = \frac{\sqrt{(-8,142444 - (-8,142022))^2 + (112,310557 - 112,310931)^2}}{\sqrt{(-8,141979 - (-8,142150))^2 + (112,310403 - 112,310885)^2}}$$

$$= \frac{\sqrt{0,0000001781 + 0,0000001399}}{\sqrt{0,0000000292 + 0,0000002323}}$$

$$= \frac{\sqrt{3,18 \times 10^{-7}}}{\sqrt{2,62 \times 10^{-7}}}$$

$$= \frac{5,64 \times 10^{-4}}{5,11 \times 10^{-4}}$$

$$= 1,102$$

$$V(C_1^2 \rightarrow C_2^2) = \frac{\sqrt{(-8,142444 - (-8,142022))^2 + (112,310557 - 112,310931)^2}}{\sqrt{(-8,141979 - (-8,142049))^2 + (112,310403 - 112,31115)^2}}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{\sqrt{0,0000001781 + 0,0000001399}}{\sqrt{0,0000000049 + 0,0000005580}} \\
&= \frac{\sqrt{3,18 \times 10^{-7}}}{\sqrt{5,63 \times 10^{-7}}} \\
&= \frac{5,64 \times 10^{-4}}{7,5 \times 10^{-4}} \\
&= 0,752
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
V(C_1^3 \rightarrow C_2^1) &= \frac{\sqrt{(-8,142444 - (-8,142022))^2 + (112,310557 - 112,310931)^2}}{\sqrt{(-8,142082 - (-8,14215))^2 + (112,310675 - 112,310885)^2}} \\
&= \frac{\sqrt{0,0000001781 + 0,0000001399}}{\sqrt{0,0000000046 + 0,0000000441}} \\
&= \frac{\sqrt{3,18 \times 10^{-7}}}{\sqrt{4,87 \times 10^{-8}}} \\
&= \frac{5,64 \times 10^{-4}}{2,21 \times 10^{-4}} \\
&= 2,554
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
V(C_1^3 \rightarrow C_2^2) &= \frac{\sqrt{(-8,142444 - (-8,142022))^2 + (112,310557 - 112,310931)^2}}{\sqrt{(-8,142082 - (-8,142049))^2 + (112,310675 - 112,31115)^2}} \\
&= \frac{\sqrt{0,0000001781 + 0,0000001399}}{\sqrt{0,0000000011 + 0,0000002256}} \\
&= \frac{\sqrt{3,18 \times 10^{-7}}}{\sqrt{2,27 \times 10^{-7}}} \\
&= \frac{5,64 \times 10^{-4}}{4,76 \times 10^{-4}} \\
&= 1,184
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V(C_2^1 \rightarrow C_3^1) &= \frac{\sqrt{(-8,142022 - (-8,142212))^2 + (112,310931 - 112,310141)^2}}{\sqrt{(-8,14215 - (-8,142344))^2 + (112,310885 - 112,311362)^2}} \\
 &= \frac{\sqrt{0,0000000361 + 0,0000002294}}{\sqrt{0,0000000376 + 0,0000002275}} \\
 &= \frac{\sqrt{2,65 \times 10^{-7}}}{\sqrt{2,65 \times 10^{-7}}} \\
 &= \frac{5,15 \times 10^{-4}}{5,15 \times 10^{-4}} \\
 &= 1,0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V(C_2^1 \rightarrow C_3^2) &= \frac{\sqrt{(-8,142022 - (-8,142212))^2 + (112,310931 - 112,310141)^2}}{\sqrt{(-8,142150 - (-8,142233))^2 + (112,310885 - 112,311561)^2}} \\
 &= \frac{\sqrt{0,0000000361 + 0,0000002294}}{\sqrt{0,0000000069 + 0,0000004570}} \\
 &= \frac{\sqrt{2,65 \times 10^{-7}}}{\sqrt{4,64 \times 10^{-7}}} \\
 &= \frac{5,15 \times 10^{-4}}{6,81 \times 10^{-4}} \\
 &= 0,757
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V(C_2^2 \rightarrow C_3^1) &= \frac{\sqrt{(-8,142022 - (-8,142212))^2 + (112,310931 - 112,310141)^2}}{\sqrt{(-8,142049 - (-8,142344))^2 + (112,311150 - 112,311362)^2}} \\
 &= \frac{\sqrt{0,0000000361 + 0,0000002294}}{\sqrt{0,0000000870 + 0,0000000449}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\sqrt{2,65 \times 10^{-7}}}{\sqrt{1,32 \times 10^{-7}}} \\
 &= \frac{5,15 \times 10^{-4}}{3,63 \times 10^{-4}} \\
 &= 1,418
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V(C_2^2 \rightarrow C_3^2) &= \frac{\sqrt{(-8,142022 - (-8,142212))^2 + (112,310931 - 112,310141)^2}}{\sqrt{(-8,142049 - (-8,142233))^2 + (112,311150 - 112,311561)^2}} \\
 &= \frac{\sqrt{0,0000000361 + 0,0000002294}}{\sqrt{0,0000000339 + 0,0000001689}} \\
 &= \frac{\sqrt{2,65 \times 10^{-7}}}{\sqrt{2,03 \times 10^{-7}}} \\
 &= \frac{5,15 \times 10^{-4}}{4,5 \times 10^{-4}} \\
 &= 1,144
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V(C_3^1 \rightarrow C_4^1) &= \frac{\sqrt{(-8,142212 - (-8,142285))^2 + (112,311410 - 112,312071)^2}}{\sqrt{(-8,142344 - (-8,142538))^2 + (112,311362 - 112,311874)^2}} \\
 &= \frac{\sqrt{0,0000000053 + 0,0000004369}}{\sqrt{0,0000000376 + 0,0000002621}} \\
 &= \frac{\sqrt{4,42 \times 10^{-7}}}{\sqrt{2,99 \times 10^{-7}}} \\
 &= \frac{6,65 \times 10^{-4}}{5,48 \times 10^{-4}} \\
 &= 1,215
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V(C_3^1 \rightarrow C_4^2) &= \frac{\sqrt{(-8,142212 - (-8,142285))^2 + (112,311410 - 112,312071)^2}}{\sqrt{(-8,142344 - (-8,142651))^2 + (112,311362 - 112,312160)^2}} \\
 &= \frac{\sqrt{0,0000000053 + 0,0000004369}}{\sqrt{0,0000000942 + 0,0000006368}} \\
 &= \frac{\sqrt{4,42 \times 10^{-7}}}{\sqrt{7,31 \times 10^{-7}}} \\
 &= \frac{6,65 \times 10^{-4}}{8,55 \times 10^{-4}} \\
 &= 0,778
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V(C_3^1 \rightarrow C_4^3) &= \frac{\sqrt{(-8,142212 - (-8,142285))^2 + (112,311410 - 112,312071)^2}}{\sqrt{(-8,142344 - (-8,142300))^2 + (112,311362 - 112,312230)^2}} \\
 &= \frac{\sqrt{0,0000000053 + 0,0000004369}}{\sqrt{0,0000000019 + 0,0000007534}} \\
 &= \frac{\sqrt{4,42 \times 10^{-7}}}{\sqrt{7,55 \times 10^{-7}}} \\
 &= \frac{6,65 \times 10^{-4}}{8,7 \times 10^{-4}} \\
 &= 0,765
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V(C_3^2 \rightarrow C_4^1) &= \frac{\sqrt{(-8,142212 - (-8,142285))^2 + (112,311410 - 112,312071)^2}}{\sqrt{(-8,142233 - (-8,142538))^2 + (112,311561 - 112,311874)^2}} \\
 &= \frac{\sqrt{0,0000000053 + 0,0000004369}}{\sqrt{0,0000000930 + 0,0000000980}} \\
 &= \frac{\sqrt{4,42 \times 10^{-7}}}{\sqrt{1,91 \times 10^{-7}}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{6,65 \times 10^{-4}}{4,37 \times 10^{-4}} \\
&= 1,521 \\
V(C_3^2 \rightarrow C_4^2) &= \frac{\sqrt{(-8,142212 - (-8,142285))^2 + (112,311410 - 112,312071)^2}}{\sqrt{(-8,142233 - (-8,142651))^2 + (112,311561 - 112,311216)^2}} \\
&= \frac{\sqrt{0,0000000053 + 0,0000004369}}{\sqrt{0,0000001747 + 0,0000003588}} \\
&= \frac{\sqrt{4,42 \times 10^{-7}}}{\sqrt{5,33 \times 10^{-7}}} \\
&= \frac{6,65 \times 10^{-4}}{7,3 \times 10^{-4}} \\
&= 0,910 \\
V(C_3^2 \rightarrow C_4^3) &= \frac{\sqrt{(-8,142212 - (-8,142285))^2 + (112,311410 - 112,312071)^2}}{\sqrt{(-8,142233 - (-8,142300))^2 + (112,311561 - 112,312230)^2}} \\
&= \frac{\sqrt{0,0000000053 + 0,0000004369}}{\sqrt{0,0000000045 + 0,0000004476}} \\
&= \frac{\sqrt{4,42 \times 10^{-7}}}{\sqrt{4,52 \times 10^{-7}}} \\
&= \frac{6,65 \times 10^{-4}}{6,72 \times 10^{-4}} = 0,989
\end{aligned}$$

Setelah melakukan perhitungan, hasil nilainya akan ditampung pada sebuah tabel probabilitas transmisi yang disimbolkan dengan V. Sehingga akan diperoleh hasil bobot hitung seperti pada tabel berikut:

V :

Tabel 3.4 Data Probabilitas Transmisi

	$\rightarrow C_2^1$	$\rightarrow C_2^2$		$\rightarrow C_3^1$	$\rightarrow C_3^2$		$\rightarrow C_4^1$	$\rightarrow C_4^2$	$\rightarrow C_4^3$
$C_1^1$	0,868	0,604	$C_2^1$	1,0	0,757	$C_3^1$	1,215	0,778	0,765
$C_1^2$	1,102	0,752	$C_2^2$	1,418	1,144	$C_3^2$	1,521	0,91	0,989
$C_1^3$	2,554	1,184							

Setelahnya akan dilakukan perhitungan nilai spasialnya dengan menggunakan persamaan 2.3 yang nilainya ditentukan dari hasil perkalian titik kandidat n ke titik kandidat ke-n. Perhitungannya seperti berikut ini.

$$F_S(c_1^1 \rightarrow c_2^1) = 0,078 \times 0,868 = 0,068$$

$$F_S(c_1^1 \rightarrow c_2^2) = 0,078 \times 0,604 = 0,047$$

$$F_S(c_1^2 \rightarrow c_2^1) = 0,10 \times 1,102 = 0,11$$

$$F_S(c_1^2 \rightarrow c_2^2) = 0,10 \times 0,752 = 0,075$$

$$F_S(c_1^3 \rightarrow c_2^1) = 0,089 \times 2,554 = 0,227$$

$$F_S(c_1^3 \rightarrow c_2^2) = 0,089 \times 1,184 = 0,105$$

$$F_S(c_2^1 \rightarrow c_3^1) = 0,091 \times 1,0 = 0,091$$

$$F_S(c_2^1 \rightarrow c_3^2) = 0,091 \times 0,757 = 0,069$$

$$F_S(c_2^2 \rightarrow c_3^1) = 0,087 \times 1,418 = 0,123$$

$$F_S(c_2^2 \rightarrow c_3^2) = 0,087 \times 1,144 = 0,099$$

$$F_S(c_3^1 \rightarrow c_4^1) = 0,0893 \times 1,215 = 0,108$$

$$F_S(c_3^1 \rightarrow c_4^2) = 0,0893 \times 0,778 = 0,069$$

$$F_S(c_3^1 \rightarrow c_4^3) = 0,0893 \times 0,765 = 0,068$$

$$F_S(c_3^2 \rightarrow c_4^1) = 0,0891 \times 1,521 = 0,135$$

$$F_S(c_3^2 \rightarrow c_4^2) = 0,0891 \times 0,91 = 0,081$$

$$F_S(c_3^2 \rightarrow c_4^3) = 0,0891 \times 0,989 = 0,088$$

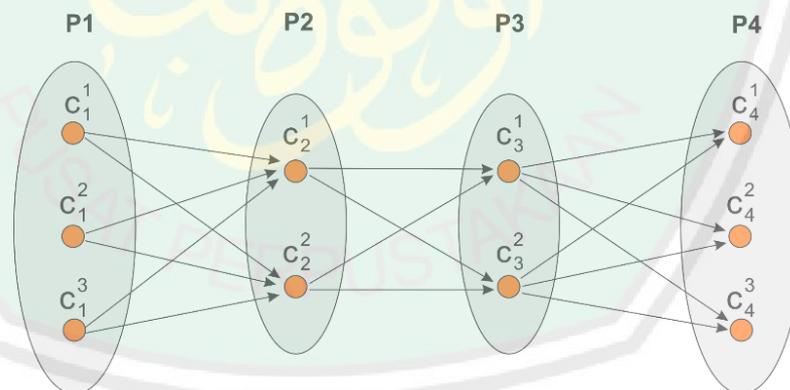
Dari hasil tersebut, maka hasilnya diisikan ke dalam tabel hasil analisis spasial dengan dinyatakan oleh simbol F seperti di bawah ini.

$F_s$  :

Tabel 3.5 Hasil Analisis Spasial

	$\rightarrow C_2^1$	$\rightarrow C_2^2$		$\rightarrow C_3^1$	$\rightarrow C_3^2$		$\rightarrow C_4^1$	$\rightarrow C_4^2$	$\rightarrow C_4^3$
$C_1^1$	0,068	0,047	$C_2^1$	0,91	0,069	$C_3^1$	0,108	0,069	0,068
$C_1^2$	0,11	0,075	$C_2^2$	0,123	0,099	$C_3^2$	0,135	0,081	0,088
$C_1^3$	0,227	0,105							

Dari serangkaian proses yang telah dilakukan, selanjutnya menyusun kandidat graph untuk memudahkan melakukan *matching*. Berikut ini merupakan hasil kandidat graph yang telah dibuat.



Gambar 3.3 Kandidat Graph

### 3.2.4 Hasil Matching

Hasil *matching* akan ditampilkan pada aplikasi web yang bersifat *online* dengan memanfaatkan *google map* dan tentu saja untuk mengakses data GPS

sebelumnya. Dalam hasil *matching* diharapkan titik GPS yang sebelumnya diperoleh dapat sesuai dengan jalur yang telah ada pada peta sehingga meningkatkan akurasi dalam pelacakan lokasi secara efisien.

Untuk memudahkan proses pencocokan atau *matching*, dikumpulkan data sebagai berikut ini yang merupakan hasil perhitungan sebelumnya dan digunakan juga kandidat *graph* seperti pada gambar 3.3. Data yang digunakan meliputi hasil nilai probabilitas observasi, probabilitas transmisi, dan analisis spasial.

N :

$c_1^1$	$c_1^2$	$c_1^3$	$c_2^1$	$c_2^2$	$c_3^1$	$c_3^2$	$c_4^1$	$c_4^2$	$c_4^3$
0,078	0,10	0,089	0,091	0,087	0,0893	0,0891	0,0896	0,095	0,099

V :

	$\rightarrow C_2^1 \rightarrow C_2^2$	$\rightarrow C_3^1 \rightarrow C_3^2$	$\rightarrow C_4^1 \rightarrow C_4^2 \rightarrow C_4^3$							
$C_1^1$	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>0,868</td><td>0,604</td></tr></table>	0,868	0,604	$C_2^1$ <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>1,0</td><td>0,757</td></tr></table>	1,0	0,757	$C_3^1$ <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>1,215</td><td>0,778</td><td>0,765</td></tr></table>	1,215	0,778	0,765
0,868	0,604									
1,0	0,757									
1,215	0,778	0,765								
$C_1^2$	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>1,102</td><td>0,752</td></tr></table>	1,102	0,752	$C_2^2$ <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>1,418</td><td>1,144</td></tr></table>	1,418	1,144	$C_3^2$ <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>1,521</td><td>0,91</td><td>0,989</td></tr></table>	1,521	0,91	0,989
1,102	0,752									
1,418	1,144									
1,521	0,91	0,989								
$C_1^3$	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>2,554</td><td>1,184</td></tr></table>	2,554	1,184							
2,554	1,184									

$F_s$  :

	$\rightarrow C_2^1 \rightarrow C_2^2$	$\rightarrow C_3^1 \rightarrow C_3^2$	$\rightarrow C_4^1 \rightarrow C_4^2 \rightarrow C_4^3$							
$C_1^1$	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>0,068</td><td>0,047</td></tr></table>	0,068	0,047	$C_2^1$ <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>0,91</td><td>0,069</td></tr></table>	0,91	0,069	$C_3^1$ <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>0,108</td><td>0,069</td><td>0,068</td></tr></table>	0,108	0,069	0,068
0,068	0,047									
0,91	0,069									
0,108	0,069	0,068								
$C_1^2$	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>0,11</td><td>0,075</td></tr></table>	0,11	0,075	$C_2^2$ <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>0,123</td><td>0,099</td></tr></table>	0,123	0,099	$C_3^2$ <table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>0,135</td><td>0,081</td><td>0,088</td></tr></table>	0,135	0,081	0,088
0,11	0,075									
0,123	0,099									
0,135	0,081	0,088								
$C_1^3$	<table border="1" style="display: inline-table;"><tr><td>0,227</td><td>0,105</td></tr></table>	0,227	0,105							
0,227	0,105									

Berikut merupakan tabel kosong sebagai contoh pencarian kandidat yang relevan selanjutnya.

F[ ] :

$c_1^1$	$c_1^2$	$c_1^3$	$c_2^1$	$c_2^2$	$c_3^1$	$c_3^2$	$c_4^1$	$c_4^2$	$c_4^3$
0,078	0,10	0,089							

Untuk mengisi tabel yang kosong yaitu dimulai dari  $c_2^1$  dan seterusnya dilakukan dengan perhitungan seperti berikut:

$$F(c_1^1 \rightarrow c_2^1) = 0,091 \times 0,868 \times 0,068 = 0,0054$$

$$F(c_1^2 \rightarrow c_2^1) = 0,091 \times 1,102 \times 0,11 = 0,011$$

$$F(c_1^3 \rightarrow c_2^1) = 0,091 \times 2,554 \times 0,227 = 0,053$$

$$F[c_2^1] = \max\{0,078 + 0,0054; 0,10 + 0,011; 0,089 + 0,053\}$$

$$= 0,142$$

$$F(c_1^1 \rightarrow c_2^2) = 0,087 \times 0,604 \times 0,047 = 0,0025$$

$$F(c_1^2 \rightarrow c_2^2) = 0,087 \times 0,752 \times 0,075 = 0,005$$

$$F(c_1^3 \rightarrow c_2^2) = 0,087 \times 1,184 \times 0,105 = 0,011$$

$$F[c_2^2] = \max\{0,078 + 0,0025; 0,10 + 0,005; 0,089 + 0,011\}$$

$$= 0,1$$

$$F(c_2^1 \rightarrow c_3^1) = 0,0893 \times 1,0 \times 0,91 = 0,081$$

$$F(c_2^2 \rightarrow c_3^1) = 0,0893 \times 1,418 \times 0,123 = 0,015$$

$$F[c_3^1] = \max\{0,142 + 0,081; 0,10 + 0,015\}$$

$$= 0,223$$

$$F(c_2^1 \rightarrow c_3^2) = 0,0891 \times 0,757 \times 0,069 = 0,004$$

$$F(c_2^2 \rightarrow c_3^2) = 0,0891 \times 1,144 \times 0,099 = 0,101$$

$$\begin{aligned} F[c_3^2] &= \max\{0,142 + 0,004; 0,10 + 0,101\} \\ &= 0,201 \end{aligned}$$

$$F(c_3^1 \rightarrow c_4^1) = 0,0896 \times 1,215 \times 0,108 = 0,012$$

$$F(c_3^2 \rightarrow c_4^1) = 0,0896 \times 1,521 \times 0,135 = 0,018$$

$$\begin{aligned} F[c_4^1] &= \max\{0,223 + 0,012; 0,201 + 0,018\} \\ &= 0,235 \end{aligned}$$

$$F(c_3^1 \rightarrow c_4^2) = 0,095 \times 0,778 \times 0,069 = 0,005$$

$$F(c_3^2 \rightarrow c_4^2) = 0,095 \times 0,91 \times 0,081 = 0,007$$

$$\begin{aligned} F[c_4^2] &= \max\{0,223 + 0,005; 0,201 + 0,007\} \\ &= 0,228 \end{aligned}$$

$$F(c_3^1 \rightarrow c_4^3) = 0,099 \times 0,765 \times 0,068 = 0,005$$

$$F(c_3^2 \rightarrow c_4^3) = 0,099 \times 0,989 \times 0,088 = 0,008$$

$$\begin{aligned} F[c_4^3] &= \max\{0,223 + 0,005; 0,201 + 0,008\} \\ &= 0,228 \end{aligned}$$

Setelah melakukan perhitungan dan mencari nilai *max* dari masing-masing kandidat, maka hasil dari perhintaungan dimasukkan ke dalam tabel hasil akhir proses *matching* dan sekaligus langkah terakhir dari metode *Spatial Map Matching*, hasilnya menjadi seperti berikut ini:

F[ ] :

Tabel 3.6 Hasil akhir proses *matching*

$c_1^1$	$c_1^2$	$c_1^3$	$c_2^1$	$c_2^2$	$c_3^1$	$c_3^2$	$c_4^1$	$c_4^2$	$c_4^3$
0,078	0,10	0,089	0,142	0,1	0,223	0,201	0,235	0,228	0,228

Berdasarkan tabel tersebut dapat diketahui jika masing-masing kandidat untuk pencocokan titik GPS untuk pencarian jalur terbaik dengan melihat nilai bobot terbesar. Maka jalur yang ditentukan sebagai yang terbaik adalah:

$$c_1^2 \rightarrow c_2^1 \rightarrow c_3^1 \rightarrow c_4^1$$



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam bab ini akan dijelaskan mengenai hasil dari penelitian yang telah dilakukan yaitu aplikasi simulasi *GPS Tracker* kendaraan. Beberapa sub bab yang akan dibahas meliputi implementasi sistem, implementasi metode, implementasi *interface*, proses pengujian aplikasi, proses uji coba lapangan, analisis uji coba, pembahasan serta yang terakhir integrasi aplikasi terhadap kajian nilai-nilai islam.

#### 4.1 Implementasi Sistem

Dalam pembuatan aplikasi *GPS Tracker* kendaraan ini memerlukan beberapa perangkat keras dan perangkat lunak sebagai pembantu untuk membangun aplikasi dan peneliti di sini menggunakan laptop dalam merancang dan membangunnya. Perangkat tersebut adalah sebagai berikut.

##### 4.1.1 Perangkat Keras

Untuk perangkat keras yang digunakan yaitu.

Tabel 4.1 Spesifikasi Perangkat Keras Laptop

No.	<i>Hardware</i>	Keterangan
1.	<i>Type</i>	Toshiba Satellite L745
2.	<i>Processor</i>	Intel Core i3-2330M 2.20 GHz
3.	<i>Memory</i>	DDR3 4GB
4.	<i>Storage</i>	2.5' 9.5mm SATA 500GB

### 4.1.2 Perangkat Lunak

Sedangkan untuk perangkat lunak yang digunakan yaitu.

Tabel 4.2 Spesifikasi Perangkat Lunak

No.	Software	Keterangan
1.	Sistem Operasi	Windows 10 64-bit
2.	<i>Text Editor</i>	Sublime Text
3.	<i>Localhost Web Server</i>	XAMPP v3.2.2
4.	<i>Database</i>	MySQL 5.0.11
5.	<i>Browser</i>	Mozilla Firefox

### 4.2 Implementasi Metode *Spatial Map Matching*

Pada bab sebelumnya telah dijelaskan mengenai alur dari metode *spatial map matching*, yaitu yang paling awal adalah persiapan titik kandidat, distribusi normal atau probabilitas observasi, probabilitas transmisi, dan proses *matching*. Pada penjelasan kali ini akan menjelaskan bagaimana proses penerapan metode ke dalam aplikasi yang akan dibangun.

#### 4.2.1 Persiapan Titik Kandidat

Persiapan kandidat dilakukan dengan pengambilan data koordinat dari perangkat GPS. Dari situ akan diproses oleh sistem yang akan menghasilkan output berupa titik kandidat yang kemudian akan diproses oleh langkah metode selanjutnya. Dibawah ini adalah *source code* pengambilan data koordinat.

```
include('database/koneksi.php');
ini_set('max_execution_time', 0);

$query = "SELECT * FROM cordinates";
$con_result = mysql_query($query);
```

```

if (!$con_result) {
    die('Invalid query: ' . mysql_error());
} else {
    //echo "Connected <br>";
}
$latitude = "";
$longitude = "";

```

Data yang akan diproses diambil dari database kemudian data tersebut ditampilkan dalam variabel *latitude* dan *longitude*. Keduanya diperlukan untuk mendapatkan data jalan dari *OpenStreetMap.org*. Data tersebut berupa nama jalan, jenis jalan, koordinat jalan, alamat, dan batas kecepatan. Data jalan yang didapatkan adalah data jalan yang terdekat dari titik koordinat sebelumnya.

Berikut merupakan *source code* prosesnya.

```

while ($row = @mysql_fetch_assoc($con_result)) {
    $latitude=$row['latitude'];
    $longitude=$row['longitude'];

    $json_url =
    "http://api.geonames.org/findNearbyStreetsOSMJSON?lat=".$latitude."&lng=".$longitude."&username=rzl28";
    $json = file_get_contents($json_url);
    $json_result = json_decode($json, true);
    $a = [];
    $b = [];

    for ($i=0; $i < 3; $i++) {
        $a[] = $json_result['streetSegment'][$i]['line'];
        $line = explode(",", $a[$i]);
        $b[] = $json_result['streetSegment'][$i]['highway'];
        $ArrayResult = array();

        for ($j=0; $j < count($line) ; $j++) {
            $titik = explode(" ", $line[$j]);
            $xb = $titik[0];
            $yb = $titik[1];
            $xa = $longitude;
            $ya = $latitude;
            $dist = sqrt(pow($xb-$xa, 2) + pow($yb-$ya, 2)) * 111319;
            $ArrayResult[] = $dist;
        }

        $index = array_search(min($ArrayResult), $ArrayResult);
    }
}

```

```

    $candidate = explode(" ", $line[$index]);
    $latCand[] = $candidate[1];
    $longCand[] = $candidate[0];
  }
  $latPos[] = $latitude;
  $longPos[] = $longitude;
}

```

Data dari database akan dikirim ke *OpenStreetMap* untuk memperoleh data jalan. Data jalan yang diperoleh tersebut berupa data *json*. Selanjutnya akan diproses lagi agar data *json* tersebut dapat diolah sesuai data yang ada sebelumnya. Data yang diambil adalah koordinat jalan, nama jalan, dan tipe jalan. Proses untuk mencari titik kandidat dilakukan dengan perhitungan antar dua titik seperti tertera pada kode *script* di atas. Setelah didapatkan kandidat titik koordinat terdekat, hasilnya kemudian akan ditampung dalam *array latPos* dan *longPos*.

#### 4.2.2 Probabilitas Observasi

Probabilitas observasi merupakan proses yang dilakukan setelah persiapan titik kandidat. Pencarian nilai probabilitas observasi (N) dapat dilakukan dengan menggunakan distribusi normal. Distribusi normal sendiri atau bisa disebut juga distribusi probabilitas digunakan untuk analisis statistika, dalam hal penelitian ini digunakan untuk mencari jarak terdekat antar dua titik. Penerapan distribusi normalnya dalam *source code* adalah sebagai berikut.

```

function normdist($mean, $x, $sd){
  if($mean<$x)
  {
    $y=$x-$mean;
  }
  else
  {
    $y=$mean-$x;
  }
  $z=$y/$sd;
}

```

```

    if ($z == 0.0)
    {
        $x = 0.0;
    }
else
    {
        $y = 0.5 * $z;
        if ($y > ($sd * 0.5))
        {
            $x = 1.0;
        }
        else if ($y < 1.0)
        {
            $w = $y * $y;
            $x = (((((((0.000124818987 * $w -
0.001075204047) * $w + 0.005198775019) * $w -
0.019198292004) * $w + 0.059054035642) * $w -
0.151968751364) * $w + 0.319152932694) * $w -
0.531923007300) * $w + 0.797884560593) * $y * 2.0;
        }
    }
else
    {
        $y -= 2.0;
        $x = (((((((((-0.000045255659 * $y
+ 0.000152529290) * $y - 0.000019538132) * $y
- 0.000676904986) * $y + 0.001390604284) * $y
- 0.000794620820) * $y - 0.002034254874) * $y
+ 0.006549791214) * $y - 0.010557625006) * $y
+ 0.011630447319) * $y - 0.009279453341) * $y
+ 0.005353579108) * $y - 0.002141268741) * $y
+ 0.000535310849) * $y + 0.999936657524;
    }

    if ($z > 0.0)
    $z = ($x + 1.0) * 0.5;
    else
    $z = (1.0 - $x) * 0.5;
    }
    return $z;
}

```

Perhitungan di atas berdasarkan rumus hitung 2.1 yang telah dijelaskan dalam bab II. Data yang telah ada disiapkan sebelumnya diproses sedemikian rupa yang nantinya akan menghasilkan nilai probabilitas observasi (N).

#### 4.2.3 Probabilitas Transmisi

Probabilitas transmisi digunakan untuk mendukung probabilitas observasi dimana hal ini untuk menghindari agar tidak terjadi kesalahan dalam perhitungan. Sehingga didapatkan hasil nilai yang diinginkan untuk

selanjutnya akan diproses ke dalam tahap pencocokkan atau *matching*. Berikut merupakan kode dari proses probabilitas transmisi.

```

for($i=0; $i<count($longPos)-1; $i++)
{
    for($j=0; $j<3; $j++)
    {
        for($k=0; $k<3; $k++)
        {
            if((sqrt(pow($latCand[$i][$j] -
                $latCand[$i+1][$k],2)+pow($longCand[$i][$j] -
                $longCand[$i+1][$k],2))) == 0)
            {
                $V[]=((sqrt(pow($latPos[$i] -
                $latPos[$i+1],2) + pow($longPos[$i]-
                $longPos[$i+1],2)))) / 1;
            }
            else
            {
                $V[]=((sqrt(pow($latPos[$i] -
                $latPos[$i+1],2)+pow($longPos[$i] -
                $longPos[$i+1],2))))/((sqrt(pow($latCand[$i][$j]-
                $latCand[$i+1][$k],2)+pow($longCand[$i][$j] -
                $longCand[$i+1][$k],2))));
            }
        }
    }
}

$V = array_split($V, (count($longPos)-1)*3);

```

Data kandidat yang telah melalui proses sebelumnya akan dihitung lagi dengan menggunakan rumus hitung 2.2. Sistem akan melakukan proses *looping* untuk menghitung data kandidat dan titik koordinat satu per satu agar menemukan hasil nilai probabilitas transmisi (V).

#### 4.2.4 Proses *Matching*

Setelah melalui beberapa tahap diatas maka selanjutnya dilakukan proses *matching* untuk mengkoreksi titik yang seharusnya berada pada tempat yang seharusnya atau tepat berada pada jalan yang ada di peta. Gabungan hasil nilai dari probabilitas observasi dan probabilitas transmisi dinyatakan dalam

bentuk F. Hal ini berdasarkan rumus hitung 2.3 yang dijelaskan pada bab II.

*Source code* yang menyatakan proses ini adalah sebagai berikut.

```

for($i=0; $i<count($rata2); $i++)
{
    for($j=0; $j<3; $j++)
    {
        $distribusi[] = normdist($rata2[$i],
        $distance[$i][$j], 20);
    }
}

for($i=0; $i<count($distribusi)-3; $i++)
{
    for($j=0; $j<3; $j++)
    {
        $F[] = $distribusi[$i+3] * $V[$i][$j];
    }
}

for ($i=0; $i < 3; $i++)
{
    $fin[] = $distribusi[$i];
}

$distribusi = array_split($distribusi, count($latPos));
$F = array_split($F, (count ($longPos)-1)*3);

for ($i=0; $i < 3; $i++)
{
    for ($j=0; $j < 3; $j++)
    {
        for ($k=0; $k < 3; $k++)
        {
            $result[] = $distribusi[$i][$k] + $F[$k][$j];
        }
    }
}

$result = array_split($result, (count($longPos) - 1) * 3);

for ($i=0; $i < count($result); $i++)
{
    $fin2[] = $result[$i];
}

$fin_result = array_merge($fin, $fin2);
$final_result = array_split($fin_result, count($longPos));

for ($i=0; $i < count($final_result); $i++)
{
    $index_res[] = array_search(max($final_result[$i]),
    $final_result[$i]);
}

for ($i=0; $i < count($final_result); $i++)
{

```

```

$longFinal[] = $longCand[$i][$index_res[$i]];
    $latFinal[] = $latCand[$i][$index_res[$i]];
    $testing[] = array($latCand[$i][$index_res[$i]],
$longCand[$i][$index_res[$i]]);
}

```

Sistem akan mencari *latitude* dan *longitude* yang tepat dari urutan *index* yang ada. *Latitude* dan *longitude* yang terpilih untuk selanjutnya akan ditampilkan pada halaman web.

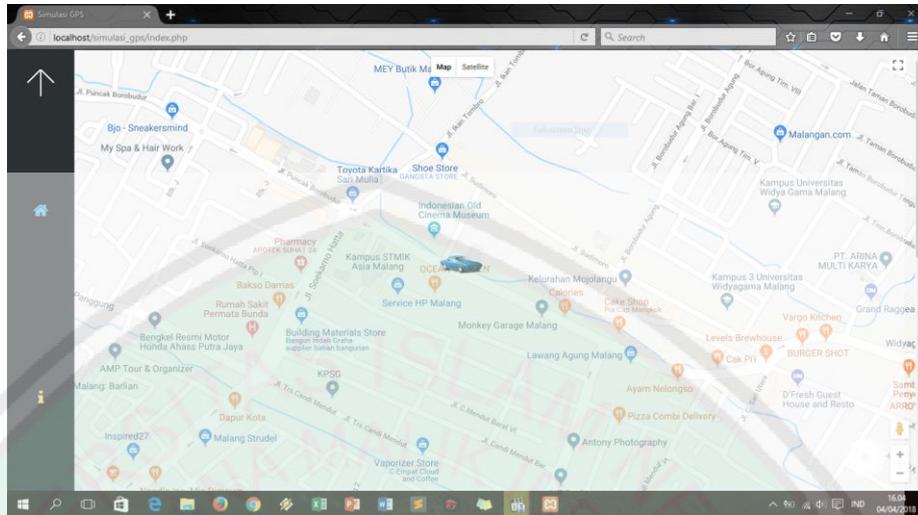
### 4.3 Implementasi *Interface*

Pada sub bab implementasi *interface* akan membahas penerapan tampilan aplikasi yang telah dirancang sebelumnya. Aplikasi simulasi GPS *tracker* kendaraan yang dibuat memiliki beberapa tampilan menu yang didesain sedemikian rupa. Dari beberapa menu tersebut tentunya memiliki fungsinya masing-masing namun tetap akan berkaitan satu sama yang lainnya. Penjelasan secara rinci mengenai tampilan aplikasi simulasi adalah sebagai berikut.

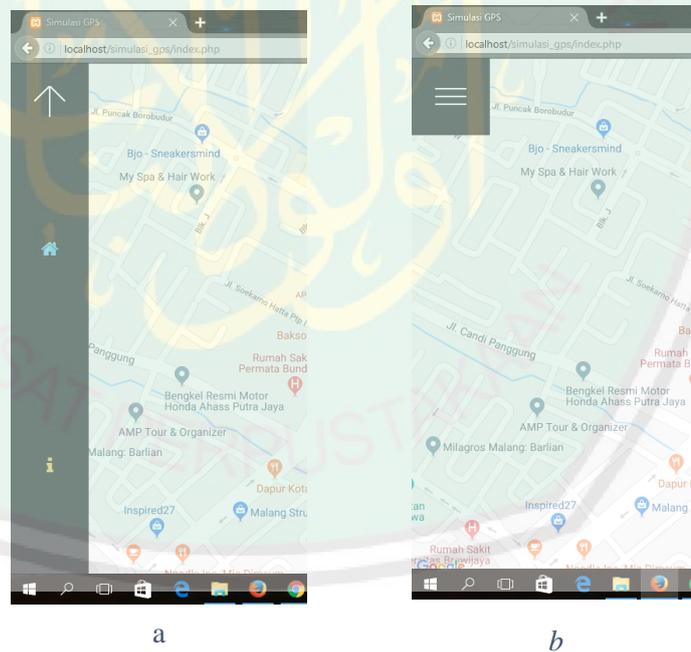
#### 4.3.1 *Interface Home*

Tampilan *home* merupakan tampilan paling awal ketika aplikasi dijalankan. Di sebelah kiri terdapat *sidebar* dinamis yang bisa dikecilkan maupun dibesarkan. Di *sidebar* ini juga terdapat dua buah menu yaitu *home* dan *about*. Untuk menu *home* akan menampilkan sebuah peta yang di dalamnya terdapat *marker* mobil yang artinya *marker* tersebut menampilkan posisi di mana kendaraan berada pada waktu tertentu. Untuk mengatur perbesaran maupun pengecilan peta, disediakan kontrol untuk *zoom* serta pengaturan untuk mengganti tipe peta yang ingin ditampilkan seperti

penggunaan citra satelit atau sederhana. Kedua, menu *about* akan menampilkan informasi mengenai aplikasi.



Gambar 4.1 *Interface Home*



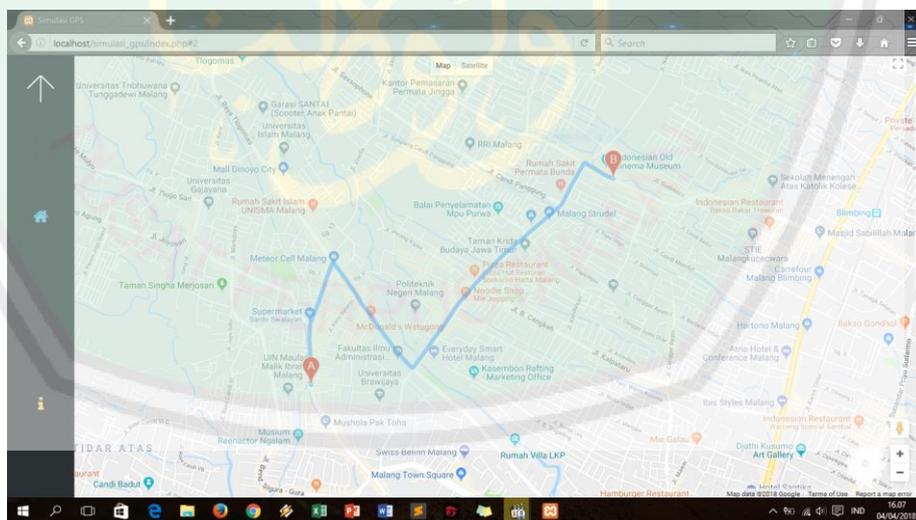
Gambar 4.2 Tampilan *sidebar* (a) ditampilkan, (b) diminimalkan

Pada gambar di atas ditampilkan fitur dari *sidebar*. Ketika tanda panah pada *sidebar* ditekan, maka yang terjadi *sidebar* akan minimal atau disembunyikan. Dan sebaliknya, apabila kotak kecil pada *sidebar* ditekan,

maka akan dimunculkan kembali menu-menu *sidebar*. Disaat menyembunyikan dan memunculkan hal tersebut juga diberikan animasi agar terlihat lebih menarik.

#### 4.3.2 *Interface* sejarah perjalanan

Pada *interface* ini akan ditampilkan tentang sejarah perjalanan yang dilewati kendaraan. Terdapat garis warna biru yang menghubungkan titik A dan titik B. Garis inilah yang menunjukkan rute yang dilalui kendaraan, yaitu dimulai dari titik A dan posisi terakhir berada pada titik B. Apabila titik A atau *marker* A diklik, akan menampilkan informasi mengenai alamat pada posisi tersebut. Demikian juga akan terjadi hal yang sama jika *marker* B diklik. Ia akan menampilkan alamat posisi terakhir dari kendaraan. Pada *interface* ini juga disediakan kontrol peta agar memudahkan pengguna untuk mengatur peta seperti yang mereka inginkan.

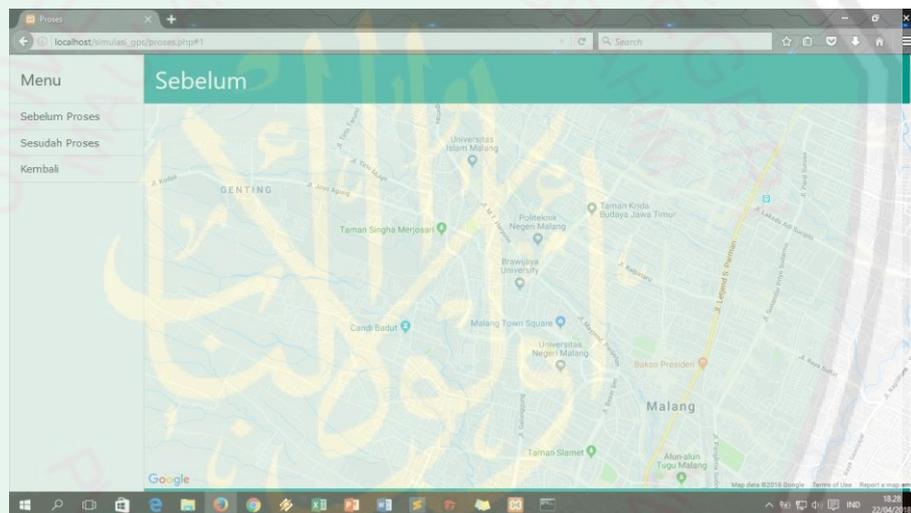


Gambar 4.3 *Interface* sejarah perjalanan

#### 4.3.3 *Interface* proses *matching*

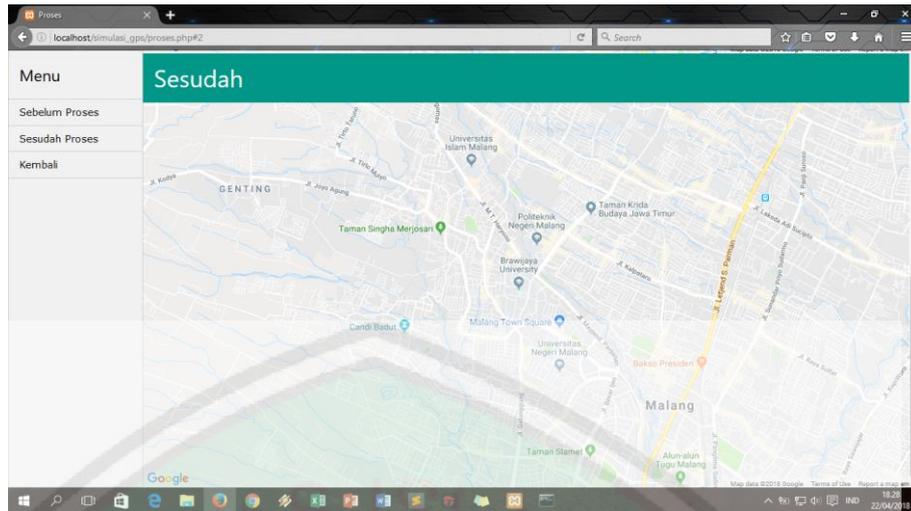
*Interface* proses *matching* merupakan tampilan yang akan menampilkan halaman sebelum dan sesudah dari proses *matching* yang telah

dilakukan. Dalam tampilan ini terdapat *sidebar* yang memuat tombol sebelum proses, sesudah proses, dan kembali. Pada menu sebelum proses akan menampilkan posisi kendaraan yang langsung diambil dari perangkat GPS dalam jeda waktu tertentu. Kemudian langsung ditampilkan pada peta tanpa melalui proses *matching* terlebih dahulu. Ketika menu sebelum proses ditekan, maka halaman akan dialihkan ke halaman sebelum. Hal ini ditandai dengan adanya judul “Sebelum” yang berada di atas peta dengan berlatar belakang warna hijau kebiru-biruan untuk menunjang tampilannya serta agar memudahkan *user* dalam mengoperasikannya.



Gambar 4.4 Interface sebelum *matching*

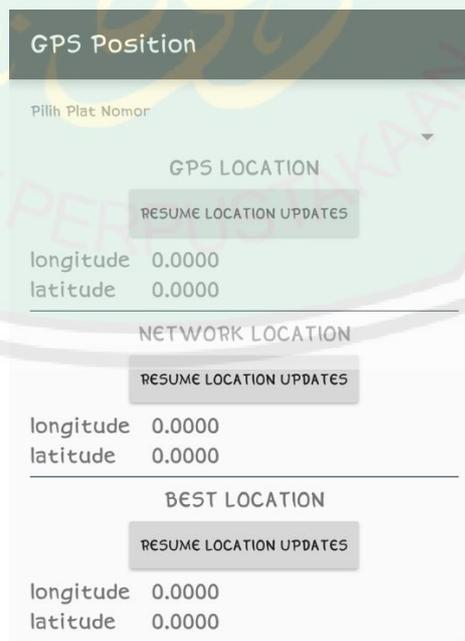
Sedangkan menu sesudah proses akan menampilkan titik-titik posisi kendaraan setelah melalui proses *matching*. Sehingga diharapkan mampu untuk meminimalisir dan mengoreksi posisi kendaraan agar berada pada posisi yang sebenarnya. Sama dengan halnya pada halaman sebelum proses, pada halaman sesudah proses juga diberikan judul tersendiri untuk memudahkan perbedaan antara halaman sebelum proses dan sesudah proses. Di bawah ini merupakan tampilan dari halaman sesudah proses.



Gambar 4.5 Interface sesudah *matching*

#### 4.3.4 Interface Aplikasi Android

Aplikasi android ini digunakan selaku untuk mendapatkan koordinat GPS dan mengirimkan hasil data tersebut ke dalam *database*. Setiap selang 5 detik, aplikasi akan otomatis meng-*update latitude* dan *longitude*. Kemudian data tersebut ditampilkan pada halaman *home*. Berikut tampilan aplikasi androidnya.



Gambar 4.6 Tampilan Aplikasi Android

Dari gambar di atas terdapat *field* pilih plat nomor, *field* ini akan menampilkan data dari kendaraan yang *dipilih* dari *database*. Kemudian di bawahnya terdapat tombol untuk memulai proses mengirimkan koordinat GPS. Ada 2 opsi dalam memilih untuk pengiriman dari perangkat, opsi pertama pengiriman posisi berdasarkan perangkat GPS yang sudah ada dalam setiap *smartphone* yang dimana hasilnya nanti ditampilkan pada *field GPS Location*. Yang kedua, pengiriman posisi menggunakan *Network Location* yang merupakan proses mendapatkan posisi dari operator atau sinyal internet. Kemudian terdapat juga fitur *Best Location*, di sini perangkat akan memilih antara *GPS Location* atau *Network Location*. Sehingga apabila satunya tidak berfungsi, maka yang satunya lagi akan otomatis menutupinya.

#### 4.4 Pengujian Aplikasi

Langkah pengujian aplikasi dilakukan untuk mengetahui bagaimana proses-proses aplikasi berjalan.

##### 4.4.1 Proses Halaman *Home*

Pengujian dilakukan pada awal ketika aplikasi pertama kali dijalankan. Pengujian juga dilakukan terhadap tombol-tombol yang ada pada halaman tersebut untuk mengetahui kesesuaian fungsinya. Berikut adalah kode `html` untuk halaman *home* dari aplikasi simulasi *GPS Tracker*.

```
<body>
  <nav class="nav">
    <div class="burger">
      <div class="burger__patty"></div>
    </div>
    <ul class="nav__list">
      <li class="nav__item">
        <a href="#1" class="nav__link c-blue"><i class="fa
fa-home"></i></a>
```

```

<li class="nav__item">
    <a href="#2" class="nav__link c-yellow scrolly"><i
class="fa fa-info"></i></a>
    </li>
</ul>
</nav>
</section>

<?php
ini_set('max_execution_time', 0);
$content =
file_get_contents('http://localhost/simulasi_gps/metode.php
');
$json = json_decode($content, true);
?>

<section class="panel b-blue" id="1">
<article class="panel__wrapper">
<body>
<div id="map" class="panel__content"></div>
</body>
</article>
</section>
<section class="panel b-blue" id="2">
<article class="panel__wrapper">
<body>
<div id="map2" class="panel__content"></div>
</body>
</article>

<a href="#1" class="logo">
;
    var akhir = <?php echo json_encode(end($json)); ?>;

    var start = new google.maps.LatLng(awal[0], awal[1]);
    var end = new google.maps.LatLng(akhir[0], akhir[1]);
    var request = {
        origin: start,
        destination: end,
        travelMode: google.maps.TravelMode.DRIVING
    };
    directionsService.route(request, function(response, status)
    {
        if (status == google.maps.DirectionsStatus.OK) {
            directionsDisplay.setDirections(response);
            directionsDisplay.setMap(map2);
        } else {
            alert("Directions Request from " + start.toUrlValue(6)
+ " to " + end.toUrlValue(6) + " failed: " + status);
        }
    });
    google.maps.event.addDomListener(window, 'load',
    calcRoute);
}
```

#### 4.4.4 Pengujian Halaman Proses *Matching*

Halaman proses *matching* akan muncul ketika *infoWindow* lihat proses pada halaman utama ditekan. Dalam halaman tersebut terdapat tombol sebelum proses, sesudah proses, dan kembali. Berikut merupakan kode html halaman proses *matching*.

```
<body>
<!-- Sidebar -->
<div class="w3-sidebar w3-light-grey w3-bar-block w3-
border" style="width:15%">
  <h3 class="w3-bar-item">Menu</h3>
  <a href="#1" class="w3-bar-item w3-button w3-border-
bottom w3-border-top">Sebelum Proses</a>
  <a href="#2" class="w3-bar-item w3-button w3-border-
bottom">Sesudah Proses</a>
  <a href="http://localhost/simulasi_gps/index.php"
class="w3-bar-item w3-button w3-border-bottom">Kembali</a>
</div>

<!-- Page Content -->
<?php
ini_set('max_execution_time', 0);
$content =
file_get_contents('http://localhost/simulasi_gps/metode.php
');
$json = json_decode($content, true);
?>

<div style="margin-left:15%">

<section id="1">
  <div class="w3-container w3-teal">
    <h1>Sebelum</h1>
  </div>
<body>
<div id="map" class="w3-container"></div>
</body>
</section>
<section id="2">
  <div class="w3-container w3-teal">
    <h1>Sesudah</h1>
  </div>
<body>
<div id="map2" class="w3-container"></div>
</body>
</section>
</div>
</body>
```

Tombol sebelum ketika ditekan hanya akan menampilkan koordinat *marker-marker* yang diambil langsung dari *database* yang artinya data koordinat tersebut berasal dari perangkat GPS. *Marker-marker* tersebut akan berjajar menyesuaikan data koordinat yang diambil dalam sela waktu tertentu. Tombol sesudah ketika ditekan akan mengirimkan data GPS dari *database* ke *OpenStreetMap* untuk nantinya akan diproses dengan metode seperti yang telah dijelaskan pada sub bab sebelumnya. Kemudian hasilnya akan ditampilkan pada halaman sesudah proses. Karena *marker* hasil proses yang ingin ditampilkan berbentuk sebuah *array*, sehingga untuk menampilkan marker tersebut secara terus-menerus digunakanlah *looping for*. Berikut ini adalah implementasi kodenya.

```
var cordinatesData = <?php echo json_encode($json);?>;
for (var i = 0; cordinatesData.length; i++)
{
var lat_lng = new google.maps.LatLng(cordinatesData[i][0],
cordinatesData[i][1]);

var marker = new google.maps.Marker({
position: lat_lng,
map: map2
});
}
```

#### 4.4.5 Pengujian Aplikasi Android

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui bagaimana proses pengambilan data koordinat awal sebagai masukan untuk diproses oleh sistem. Dalam *script* terdapat *button* untuk tombol eksekusi dari *method* agar perintah tertulis tersebut dijalankan sehingga hasilnya ditampilkan pada *field*. Ada beberapa *method* yang digunakan, diantaranya yaitu *toggleGPSUpdates*. Pada *method* tersebut juga terdapat *listener* untuk menangani proses *update GPS*.

Dengan *listener* ini juga yang mengatur interval dalam pengambilan data koordinat, artinya selang beberapa waktu tertentu perangkat akan merekam data tersebut secara terus-menerus hingga berhenti ketika tombol *pause* ditekan.

```

public void toggleGPSUpdates(View view) {
    if(!checkLocation())
        return;
    Button button = (Button) view;

    if(button.getText().equals(getResources().getString(R.string.pause))) {
        locationManager.removeUpdates(locationListenerGPS);
        button.setText(R.string.resume);
    }
    else {
        locationManager.requestLocationUpdates(
            locationManager.GPS_PROVIDER, 5 * 1000, 10,
            locationListenerGPS);
        button.setText(R.string.pause);
    }
}

private final LocationListener locationListenerGPS = new
LocationListener() {
    public void onLocationChanged(Location location) {
        longitudeGPS = location.getLongitude();
        latitudeGPS = location.getLatitude();

        runOnUiThread(new Runnable() {
            @Override
            public void run() {
                longitudeValueGPS.setText(longitudeGPS + "");
                latitudeValueGPS.setText(latitudeGPS + "");
                Toast.makeText(MainActivity.this, "GPS Provider
update", Toast.LENGTH_SHORT).show();
            }
        });
    }
}

```

Setelah data koordinat GPS didapatkan, selanjutnya akan dikirim dan disimpan ke dalam *database* yang telah disediakan. Langkah pertama diperlukan inisiasi variabel-variabel yang dibutuhkan. Dalam hal ini dilakukan inisiasi url *server*. *Server* tersebut berada pada alamat

<http://simulasigps.000webhostapp.com>. Kemudian dilakukan juga inisiasi *key* nama kolom dalam *database*.

```
public class config {
    public static final String URL_TAMBAH =
"http://simulasigps.000webhostapp.com/database/input.php";
    public static final String URL_PLAT =
"http://simulasigps.000webhostapp.com/kendaraan.php";

    public static final String KEY_ID = "id_kendaraan";
    public static final String KEY_LATITUDE = "latitude";
    public static final String KEY_LONGITUDE = "longitude";
}
```

Di bawah ini merupakan *script method AddLocation()* pada android studio untuk menambah data lokasi. Data yang didapat ditampung dahulu kemudian diproses untuk ditambahkan dengan menjalankan perintah *execute()*.

```
String b;
private void AddLocation(){
    final String longitude =
longitudeValueGPS.getText().toString().trim();
    final String latitude =
latitudeValueGPS.getText().toString().trim();
    spinner = (Spinner) findViewById(R.id.spiner);
    final String id =
spinner.getSelectedItem().toString().trim();
    int a = spinner.getSelectedItemPosition();
    b = spinnerData.get(a).getName();

    class AddEmployee extends AsyncTask<Void,Void,String> {
        @Override
        protected String doInBackground(Void... v) {
            HashMap<String,String> params = new HashMap<>();
            params.put(config.KEY_LATITUDE,latitude);
            params.put(config.KEY_LONGITUDE,longitude);
            params.put(config.KEY_ID, b);
            requesthandler rh = new requesthandler();
            String res = rh.sendPostRequest(config.URL_TAMBAH,
params);
            return res;
        }
    }

    AddEmployee ae = new AddEmployee();
    ae.execute();
}
```

Namun, data tidak akan bisa ditambahkan tanpa penghubung dari aplikasi android ke *database server*, maka diperlukan *class requestHandler* seperti di bawah ini. Pertama-tama melakukan inisiasi url serta koneksinya ke url tersebut. Selanjutnya mengatur konfigurasi dari koneksi yang akan digunakan. *Class* ini berfungsi untuk koneksi antar *client* dan *server*.

```

public String sendPostRequest(String requestURL,
    HashMap<String, String> postDataParams) {

    URL url;

    StringBuilder sb = new StringBuilder();
    try {
        //Initializing Url
        url = new URL(requestURL);

        HttpURLConnection conn = (HttpURLConnection)
            url.openConnection();

        //Configuring connection properties
        conn.setReadTimeout(15000);
        conn.setConnectTimeout(15000);
        conn.setRequestMethod("POST");
        conn.setDoInput(true);
        conn.setDoOutput(true);

        OutputStream os = conn.getOutputStream();

        BufferedWriter writer = new BufferedWriter(
            new OutputStreamWriter(os, "UTF-8"));

        writer.write(getPostDataString(postDataParams));
        writer.flush();
        writer.close();
        os.close();
        int responseCode = conn.getResponseCode();

        if (responseCode == HttpURLConnection.HTTP_OK) {
            BufferedReader br = new BufferedReader(new
                InputStreamReader(conn.getInputStream()));
            sb = new StringBuilder();
            String response;
            //Reading server response
            while ((response = br.readLine()) != null){
                sb.append(response);
            }
        }
    } catch (Exception e) {
        e.printStackTrace();
    }
    return sb.toString();
}

```

Setelah *requestHandler* dibuat, untuk menyimpan data dari Android ke *database* diperlukan sebuah *script* php untuk simpan data. Data yang didapat dari perangkat ditampung pada variabel *latitude* dan *longitude*. Kemudian akan diproses simpan oleh *query* mysql. Apabila gagal dalam proses penyimpanan akan muncul pesan *error*.

```
<?php
if($_SERVER['REQUEST_METHOD']=='POST'){

//Getting values
$latitude = $_POST['latitude'];
$longitude = $_POST['longitude'];

//Creating an sql query
$sql = "INSERT INTO coordinates (id_kendaraan, latitude,
longitude) VALUES ('1', '$latitude', '$longitude')";

//Importing our db connection script
require_once('koneksi.php');

if(mysqli_query($connect,$sql)){
echo 'Added Successfully';
}else{
echo 'Could Not Add';
}

//Closing the database
mysqli_close($connect);
}
?>
```

#### 4.5 Pengujian Lapangan

Pengujian lapangan dilakukan paling akhir setelah beberapa pengujian aplikasi selesai. Pengujian lapangan ini perlu dilakukan agar dapat mengetahui bagaimana aplikasi berjalan dalam kehidupan sehari-hari dan diketahui juga bagaimana manfaatnya. Pengujian awal dilakukan pengambilan data koordinat GPS, perjalanan dimulai dari Jalan Gajayana menuju Jalan M.T. Haryono dan berakhir di Jalan Soekarno-Hatta Malang.

Uji coba aplikasi dilaksanakan tanggal 3 April 2018 pada pagi hari sekitar jam 08.00 WIB. Pada saat pengujian kondisi jalan raya lumayan lancar tapi di beberapa titik seperti perempatan lampu merah Dinoyo terjadi kemacetan. Sehingga penguji mau tidak mau harus berhenti sebentar. Kecepatan kendaraan penguji kurang lebih 40 km/jam dan penguji disini menggunakan motor dengan *smartphone* android sebagai pengirim data koordinat berada dalam saku jaket. Berikut tabel hasil dari perekaman data posisi yang telah dilakukan penguji.

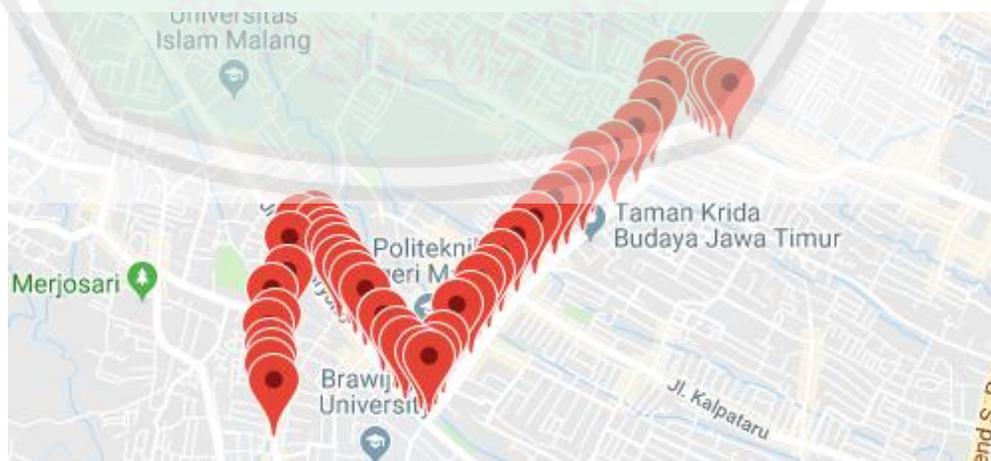
Tabel 4.3 Data Koordinat Awal

No.	Id_kendaraan	Latitude	Longitude
1.	1	-7.950575	112.608887
2.	1	-7.949936	112.608745
3.	1	-7.949541	112.608859
4.	1	-7.949097	112.608699
5.	1	-7.948267	112.608645
6.	1	-7.947773	112.608984
7.	1	-7.946667	112.608807
8.	1	-7.945916	112.6095
9.	1	-7.944474	112.609586
10.	1	-7.943765	112.610013
11.	1	-7.943765	112.610013
12.	1	-7.943556	112.610647
13.	1	-7.943896	112.610901
14.	1	-7.944288	112.611205
15.	1	-7.944663	112.611437

No.	Id_kendaraan	Latitude	Longitude
16.	1	-7.944964	112.611648
17.	1	-7.945499	112.611765
18.	1	-7.945761	112.612166
19.	1	-7.946199	112.612441
20.	1	-7.946702	112.612859
21.	1	-7.947828	112.613653
22.	1	-7.947828	112.613653
23.	1	-7.948614	112.614233
24.	1	-7.949031	112.61459
25.	1	-7.949451	112.61525
26.	1	-7.949594	112.6156
27.	1	-7.949216	112.615862
28.	1	-7.948763	112.616201
29.	1	-7.947391	112.616805
30.	1	-7.947027	112.617409
31.	1	-7.946276	112.617715
32.	1	-7.945914	112.61818
33.	1	-7.945297	112.618675
34.	1	-7.944415	112.619388
35.	1	-7.94368	112.620122
36.	1	-7.942755	112.621035
37.	1	-7.942324	112.621537
38.	1	-7.941731	112.622245
39.	1	-7.941025	112.622681

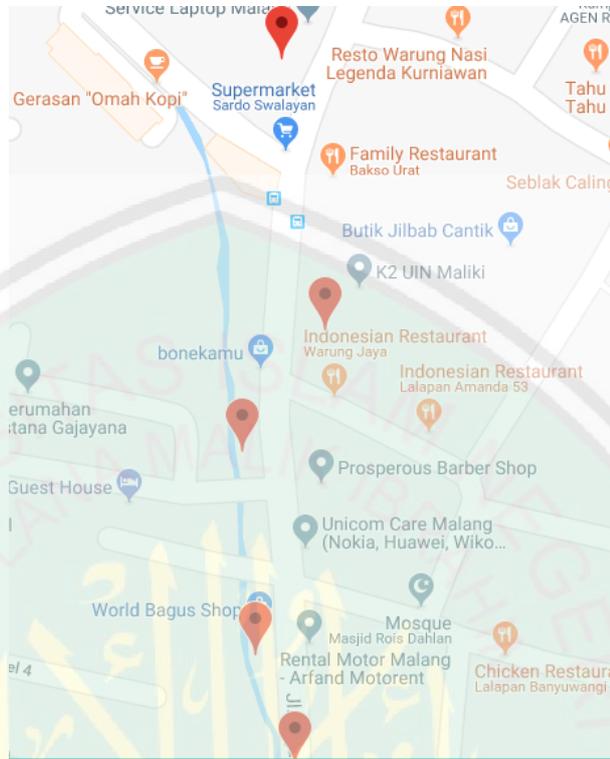
No.	Id_kendaraan	Latitude	Longitude
40.	1	-7.94056	112.623622
41.	1	-7.939721	112.624543
42.	1	-7.938839	112.625219
43.	1	-7.93798	112.625606
44.	1	-7.937066	112.625938
45.	1	-7.936874	112.626733
46.	1	-7.937172	112.627128
47.	1	-7.937421	112.627349
48.	1	-7.937595	112.627676
49.	1	-7.937803	112.62808
50.	1	-7.937846	112.628528

Data pada tabel di atas ketika ditampilkan dalam bentuk halaman web dalam peta akan tampil seperti pada gambar 4.5. Dari gambar tersebut terdapat titik-titik yang berongga antara satu dengan selanjutnya, hal ini bisa terjadi karena beberapa kendala seperti melemahnya sinyal GPS karena terhalang atau bisa jadi karena sinyal internet dari perangkat terganggu.



Gambar 4.7 Data koordinat dari *device*

Oleh karena itu terjadilah posisi yang tidak tepat yang tidak sesuai dengan posisi jalan. Berikut ini adalah contohnya.



Gambar 4.8 Posisi yang tidak tepat

Terlihat jelas pada *marker* urutan kedua dari bawah hingga seterusnya ketiga, keempat, dan kelima mengalami posisi yang tidak pas dari jalan. Berdasar hal inilah perlu dilakukan koreksi. Jadi, dari data tersebut sistem akan melakukan serangkaian pemrosesan yang bertujuan untuk memperbaiki beberapa posisi yang tidak tepat seperti contoh di atas. Setelah melalui proses dari metode *Spatial Map Matching* maka akan diperoleh hasil seperti berikut ini.



Gambar 4.9 Posisi setelah dilakukan *matching*

Gambar di atas merupakan hasil dari data koordinat yang sudah diproses oleh sistem. Dari situ dapat dilihat beberapa posisi yang tidak tepat sebelumnya dapat dikoreksi sehingga berada posisi yang seharusnya. Namun di sisi lain terlihat bahwa ada sebagian kecil titik yang menghilang setelah dilakukan proses. Di bawah ini adalah tabel hasil dari perhitungan *Spatial Map Matching* dan perbandingannya dengan data sebelumnya.

Tabel 4.4 Perbandingan Data Koordinat Sebelum dan Setelah Diproses

No.	Latitude Awal	Latitude Akhir	Longitude Awal	Longitude Akhir
1.	-7.950575	-7.9508876	112.608887	112.6089499
2.	-7.949936	-7.9500239	112.608745	112.6088588
3.	-7.949541	-7.9496388	112.608859	112.608872

No.	Latitude Awal	Latitude Akhir	Longitude Awal	Longitude Akhir
4.	-7.949097	-7.9488153	112.608699	112.6088076
5.	-7.948267	-7.9483854	112.608645	112.6087611
6.	-7.947773	-7.9479288	112.608984	112.6087696
7.	-7.946667	-7.9468759	112.608807	112.6088588
8.	-7.945916	-7.946053	112.6095	112.6093896
9.	-7.944474	-7.9455148	112.609586	112.609393
10.	-7.943765	-7.9432281	112.610013	112.6102175
11.	-7.943765	-7.9432281	112.610013	112.6102175
12.	-7.943556	-7.9436275	112.610647	112.6106599
13.	-7.943896	-7.9436275	112.610901	112.6106599
14.	-7.944288	-7.9445243	112.611205	112.6113124
15.	-7.944663	-7.9445243	112.611437	112.6113124
16.	-7.944964	-7.945178	112.611648	112.6117495
17.	-7.945499	-7.9452054	112.611765	112.6117156
18.	-7.945761	-7.945178	112.612166	112.6117495
19.	-7.946199	-7.9468727	112.612441	112.6129095
20.	-7.946702	-7.9468319	112.612859	112.612948
21.	-7.947828	-7.9473354	112.613653	112.6133054
22.	-7.947828	-7.9473354	112.613653	112.6133054
23.	-7.948614	-7.9488675	112.614233	112.6144165
24.	-7.949031	-7.9488675	112.61459	112.6144165
25.	-7.949451	-7.9497346	112.61525	112.6152337
26.	-7.949594	-7.9497298	112.6156	112.6155843
27.	-7.949216	-7.9489275	112.615862	112.6160106

No.	Latitude Awal	Latitude Akhir	Longitude Awal	Longitude Akhir
28.	-7.948763	-7.9487746	112.616201	112.6161314
29.	-7.947391	-7.9476512	112.616805	112.6169942
30.	-7.947027	-7.9468304	112.617409	112.6175625
31.	-7.946276	-7.9464948	112.617715	112.6177927
32.	-7.945914	-7.9454322	112.61818	112.6185608
33.	-7.945297	-7.9454322	112.618675	112.6185608
34.	-7.944415	-7.9444605	112.619388	112.6193943
35.	-7.94368	-7.9430684	112.620122	112.6206626
36.	-7.942755	-7.9428617	112.621035	112.620886
37.	-7.942324	-7.9421978	112.621537	112.6216673
38.	-7.941731	-7.9417291	112.622245	112.6222322
39.	-7.941025	-7.9413459	112.622681	112.6226586
40.	-7.94056	-7.9406818	112.623622	112.6234257
41.	-7.939721	-7.9397095	112.624543	112.6245683
42.	-7.938839	-7.9383912	112.625219	112.6254055
43.	-7.93798	-7.9382006	112.625606	112.6255044
44.	-7.937066	-7.9370869	112.625938	112.6261191
45.	-7.936874	-7.9370099	112.626733	112.6266373
46.	-7.937172	-7.9373748	112.627128	112.6272199
47.	-7.937421	-7.9374804	112.627349	112.6273892
48.	-7.937595	-7.9374804	112.627676	112.6273892
49.	-7.937803	-7.9378472	112.62808	112.6281598
50.	-7.937846	-7.9378472	112.628528	112.6281598

Berdasarkan data pada tabel di atas, titik yang sebelumnya diperkirakan menghilang tadi padahal sebenarnya masih ada, tetapi mempunyai data koordinat yang sama sehingga menumpuk pada satu titik. Hal ini mengakibatkan berkurangnya hasil titik terakhir yang semula berjumlah 50, setelah proses menjadi berjumlah 41 titik. Apabila dihitung ke dalam rumus persentase maka :

$$\text{Persentase (\%)} = \frac{\text{banyak data}}{\text{total data}} \times 100$$

$$x = \frac{41}{50} \times 100$$

$$x = 82\%$$

Dari hasil perhitungan tersebut, dapat digambarkan ke dalam sebuah grafik diagram batang seperti berikut.



Gambar 4.10 Grafik persentase titik terlihat dan titik hilang

Grafik di atas menggambarkan kesimpulan bahwa berdasarkan perhitungan dan pengujian untuk mengoreksi titik GPS menggunakan metode *Spatial Map Matching* yang telah dilakukan sebelumnya, persentase titik yang terlihat sebesar 82%. Sedangkan persentase *error* atau titik hilang karena menumpuk dengan titik lain sebesar 18%.

#### 4.6 Integrasi Nilai-nilai dalam Islam

Ilmu pengetahuan pada era sekarang ini telah mengalami perkembangan yang pesat. Perkembangan tersebut berdampak pada kehidupan sehari-hari kita dan memberi manfaat yang dapat dirasakan. Teknologi untuk petunjuk arah bermunculan sebagai alat yang mempermudah manusia untuk bepergian kemana pun tanpa harus takut tersesat. Karena dengan alat GPS kita dapat mengetahui jalan mana yang harus dilewati agar sampai ke tujuan. Namun sebelum teknologi semaju seperti masa kini, manusia memanfaatkan tanda-tanda alam sebagai petunjuk arah mereka. Salah satunya dengan melihat bintang-bintang yang berada di langit.

Bintang sebagaimana menurut Al Quran memiliki tiga fungsi secara garis besar.

1. Bintang sebagai penghias langit.
2. Alat pelempar setan yang mencuri berita di langit yang dibawa para malaikat.
3. Bintang sebagai petunjuk arah.

Penulis berfokus pada fungsi bintang pada poin ketiga yaitu bintang sebagai petunjuk arah. Hal ini disesuaikan dengan penelitian yang penulis lakukan. Jadi, dalam Al Quran telah dijelaskan fungsi dari bintang sebagai petunjuk arah sebagaimana firman Allah SWT dalam surat Al An'am ayat 97 dan surat An Nahl ayat 16.

وَهُوَ الَّذِي جَعَلَ لَكُمُ النُّجُومَ لِتَهْتَدُوا بِهَا فِي ظُلُمَاتِ الْبَرِّ وَالْبَحْرِ ۗ قَدْ فَصَّلْنَا الْآيَاتِ لِقَوْمٍ

يَعْلَمُونَ ﴿٩٧﴾

Artinya: “Dan Dialah yang menjadikan bintang-bintang bagimu, agar kamu menjadikannya petunjuk dalam kegelapan di darat dan di laut. Sesungguhnya Kami telah menjelaskan tanda-tanda kebesaran (Kami) kepada orang-orang yang mengetahui”. (Q.S. Al-An’am: 97)

Dalam tafsir Al Jalalain karangan Jalaluddin Asy-Syuyuthi dan Jalaluddin Muhammad Ibn Ahmad Al-Mahalliy menjelaskan tafsir dari ayat tersebut, yaitu: (Dan Dialah yang menjadikan bintang-bintang bagimu agar kamu menjadikannya sebagai petunjuk dalam kegelapan di darat dan di laut) sewaktu dalam perjalanan (sesungguhnya Kami telah menjelaskan) Kami telah terangkan (tanda-tanda) yang menunjukkan akan kekuasaan Kami (kepada orang-orang yang mengetahui) yakni orang-orang yang mau menggunakan akalnya.

وَعَلَّمَتْهُمُ بِالنَّجْمِ هُمْ يَهْتَدُونَ ﴿١٦﴾

Artinya: “dan (Dia menciptakan) tanda-tanda (penunjuk jalan). Dan dengan bintang-bintang mereka mendapat petunjuk”. (Q.S. An-Nahl: 16)

Menurut kitab tafsir Ibnu Katsir karya DR. Abdullah bin Muhammad bin Abdurrahman bin Ishaq Al-Sheikh:

{وَعَلَامَاتٍ}

“dan (Dia ciptakan) tanda-tanda (penunjuk jalan)”.

Yakni petunjuk-petunjuk berupa gunung-gunung yang besar, bukit-bukit yang kecil, serta lain-lainnya yang dapat dijadikan oleh para musafir sebagai tanda-

tanda mereka dalam perjalanannya baik di darat maupun di laut bila mereka sesat jalan.

{وَبِالنَّجْمِ هُمْ يَهْتَدُونَ}

“Dan dengan bintang-bintang itulah mereka mendapat petunjuk”.

Yaitu di malam hari, menurut Ibnu Abbas. Diriwayatkan dari Malik sehubungan dengan makna firman-Nya: *Dan* (Dia ciptakan) *tanda-tanda* (penunjuk jalan). *Dan dengan bintang-bintang itulah mereka mendapat petunjuk*. Bahwa yang dimaksud dengan tanda-tanda itu adalah gunung-gunung.

Setidaknya di langit ada empat rasi bintang utama yang perlu diketahui, yaitu:

a. Rasi bintang pari

Berbentuk palang dan bintang di ujung palang senantiasa menunjukkan ke arah selatan.

b. Rasi bintang belantik

Bentuknya menyerupai seorang pemburu dan bintang di kepala menunjukkan arah barat.

c. Rasi bintang biduk

Berbentuk sendok dan dua bintang di ujung menunjukkan ke arah utara.

d. Rasi bintang *scorpio*

Rasi bintang *scorpio* menunjukkan arah tenggara atau timur langit. Rasi bintang ini juga disebut sebagai rasi bintang kalajengking.

Dalam dunia islam banyak ilmuwan yang berjasa dan berkontribusi dalam perkembangan ilmu perbintangan atau sering disebut ilmu astronomi.

Bahkan dikagumi oleh orang-orang saintis non muslim dan sampai sekarang pun masih menjadi acuan keilmuan astronomi. Salah satu bukti dan pengaruh astronomi islam yang cukup signifikan adalah penamaan sejumlah bintang yang menggunakan bahasa Arab, seperti Aldebaran dan Altair, Alnitak, Alnilam, Mintaka (tiga bintang terang di sabuk Orion), Aldebaran, Algol, Altair, Betelgeus. Beberapa ahli ilmu astronomi islam yang terkenal diantaranya adalah Al Battani, Al Sufi, Al Biruni, Ibnu Yunus, Al Farghani, Al Zarqali, dan Jabir Ibn Aflah.

Dahulu, jauh sebelum ditemukannya perangkat GPS, untuk menentukan arah, lokasi, dan waktu, manusia menciptakan alat yang bernama *astrolabe*. *Astrolabe* adalah alat penentuan posisi global yang menentukan posisi matahari dan planet, sehingga digunakan di bidang astronomi dan astrologi. Selain itu, *astrolabe* yang merupakan nenek moyang GPS ini secara berharga bagi Islam karena ia membantu penentuan waktu sholat yang ditentukan secara astronomis dan membantu menemukan arah ke Mekah (kiblat), serta penentu hari besar islam seperti Idul Fitri. Adalah Mariam al-Ijliya, salah satu penemu *astrolabe* yang tercatat sebagai salah satu anak didik Bitolus, pembuat *astrolabe* terkenal dari Bagdad, Irak. Ayah Mariam adalah murid Bitolus yang kemudian mengajak putrinya bekerja di tempat ayahnya bekerja. Mereka bekerja di istana Sayf al-Dawla di Aleppo, yang memerintah dari 944-967 M. Menurut Prof. Saleem Al-Husaini, yang dikutip dari *Arab Times*, Mariam adalah muslimah pertama pembuat cikal alat transportasi dan komunikasi untuk dunia modern.

Ilmu astronomi berkembang sejalan dengan sejarah islam. Dengan ilmu astronomi juga, islam menentukan arah kiblat dalam sholat. Hal ini sangat penting diketahui seluruh umat muslim di dunia, karena kiblat merupakan syarat sahnya menunaikan sholat. Sholat tanpa menghadap kiblat dianggap tidak sah baik sholat wajib maupun sunnah kecuali dalam keadaan tertentu sebagaimana menurut Ibnu Qudamah *rahimahullah*. Allah SWT berfirman dalam surat Al Baqarah ayat 144.

فَوَلِّ وَجْهَكَ شَطْرَ الْمَسْجِدِ الْحَرَامِ وَحَيْثُ مَا كُنْتُمْ فَوَلُّوا وُجُوهَكُمْ شَطْرَهُ

Artinya: “Palingkanlah mukamu ke arah Masjidil Haram. Dan dimana saja kamu berada, palingkanlah mukamu ke arahnya”. (QS. Al-Baqarah: 144)

Menurut kitab tafsir Al Jalalain menjelaskan: (Sungguh) menyatakan kepastian (telah Kami lihat perpalingan) atau tengadah (wajahmu ke) arah (langit) menunggu-nunggu kedatangan wahyu dan rindu menerima perintah untuk menghadap Kakbah. Sebabnya tidak lain karena ia merupakan kiblat Nabi Ibrahim dan lebih menggugah untuk masuk Islamnya orang-orang Arab (maka sungguh akan Kami palingkan kamu) pindahkan kiblatmu (ke kiblat yang kamu ridai) yang kamu sukai. (Maka palingkanlah mukamu) artinya menghadaplah di waktu salat (ke arah Masjidilharam) yakni Kakbah (dan di mana saja kamu berada) ditujukan kepada seluruh umat (palingkanlah mukamu) dalam salat (ke arahnya! Dan sesungguhnya orang-orang yang diberi Alkitab sama mengetahui bahwa itu) maksudnya pemindahan kiblat ke arah Kakbah (benar) tidak disangsikan lagi (dari Tuhan mereka) karena di dalam kitab-kitab suci mereka dinyatakan bahwa di antara ciri-ciri Nabi saw. ialah

terjadinya pemindahan kiblat di masanya. (Dan Allah sekali-kali tidak lalai dari apa yang kamu kerjakan) jika dengan ta, maka ditunjukkan kepada 'kamu' hai orang-orang yang beriman, yang mematuhi segala perintah-Nya, sebaliknya bila dengan ya, maka ditunjukkan kepada orang-orang Yahudi yang menyangkal soal kiblat ini.

Dalam Al Mawsu'ah Al Fiqhiyyah Al Kuwaitiyah dikatakan bahwa para ulama berselisih pendapat bagi orang yang tidak melihat ka'bah secara langsung karena tempat yang jauh dari Ka'bah. Yang mereka perselisihkan adalah apakah orang yang tidak melihat ka'bah secara langsung wajib baginya menghadap langsung ke ka'bah ataukah menghadap ke arahnya saja. (Mawsu'ah Al Fiqhiyyah Al Kuwaitiyah, 2/11816)

Pendapat ulama Hanafiyah, pendapat yang terkuat pada madzhab Malikiyah dan Hanabilah, juga hal ini adalah pendapat Imam Asy Syafi'i (sebagaimana dinukil dari Al Muzanniy), mereka mengatakan bahwa bagi orang yang berada jauh dari Makkah, cukup baginya menghadap ke arah ka'bah (tidak mesti persis), jadi cukup menurut persangkaan kuatnya di situ arah kiblat, maka dia menghadap ke arah tersebut (tidak mesti persis). Para ulama tersebut berdalil dengan hadist.

مَا بَيْنَ الْمَشْرِقِ وَالْمَغْرِبِ قِبْلَةٌ

Artinya: “Arah antara timur dan barat adalah qiblat”. (HR. Ibnu Majah dan Tirmidzi)

Selain itu, ilmu astronomi juga berkaitan dengan penentuan waktu yang memanfaatkan perbintangan. Misalnya penentuan dalam waktu sholat yang

berdasarkan firman Allah SWT dalam surat Huud ayat 114 dan surat Al Isra' ayat 78.

وَأَقِمِ الصَّلَاةَ طَرَفِي النَّهَارِ وَزُلْفًا مِنَ اللَّيْلِ إِنَّ الْحَسَنَاتِ يُذْهِبْنَ السَّيِّئَاتِ ذَلِكَ ذِكْرَى لِلذَّاكِرِينَ ﴿١١٤﴾

Artinya: “Dan dirikanlah shalat pada kedua tepi siang dan pada bahagian permulaan malam. Sesungguhnya perbuatan-perbuatan yang baik itu menghapuskan perbuatan-perbuatan yang buruk. Itulah peringatan bagi orang-orang yang ingat”. (Q.S. Huud: 114)

Menurut para mufassriin, yang dimaksud dengan “kedua tepi siang” pada ayat di atas adalah waktu dari sholat Subuh dan Ashar. Sedangkan “pada bahagian permulaan malam” adalah waktu sholat Maghrib dan Isya’.

أَقِمِ الصَّلَاةَ لِدُلُوكِ الشَّمْسِ إِلَى عَسَقِ اللَّيْلِ وَقُرْءَانَ الْفَجْرِ إِنَّ قُرْءَانَ الْفَجْرِ كَانَ مَشْهُودًا ﴿٧٨﴾

Artinya: “Dirikanlah shalat dari sesudah matahari tergelincir sampai gelap malam dan Qur`anal fajri. Sesungguhnya Qur`anal fajri itu disaksikan”. (Q.S. Al-Isra` : 78)

Menurut para mufassirin, yang dimaksud “sesudah matahari tergelincir” pada ayat di atas adalah menandakan waktu sholat Dzuhur dan Ashar. Kata “gelap malam” mengisyaratkan waktu Maghrib dan Isya’. Sedangkan “qur anal fajri” berarti waktu sholat Subuh.

Ada juga hadits yang menerangkan lebih jelas tentang waktu pasti masuknya waktu shalat. Hadist yang pertama diriwayatkan oleh Imam Muslim.

عَنْ عَبْدِ اللَّهِ بْنِ عَمْرٍو رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا; أَنَّ نَبِيَّ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ قَالَ: (وَقْتُ الظُّهْرِ إِذَا زَالَتْ الشَّمْسُ وَكَانَ ظِلُّ الرَّجُلِ كَطُولِهِ مَا لَمْ يَحْضُرِ الْعَصْرُ وَوَقْتُ الْعَصْرِ مَا لَمْ تَضْفَرِ الشَّمْسُ وَوَقْتُ صَلَاةِ الْمَغْرِبِ مَا لَمْ يَغِبِ الشَّفَقُ وَوَقْتُ صَلَاةِ الْعِشَاءِ إِلَى نِصْفِ اللَّيْلِ الْأَوْسَطِ وَوَقْتُ صَلَاةِ الصُّبْحِ مِنْ طُلُوعِ الْفَجْرِ مَا لَمْ تَطْلُعِ الشَّمْسُ) رَوَاهُ مُسْلِمٌ

Artinya: “Dari Abdullah Ibnu Amr Radliyallaahu ‘anhu bahwa Rasulullah Shallallaahu ‘alaihi wa Sallam bersabda: “Waktu Dhuhur ialah jika matahari telah condong (ke barat) dan bayangan seseorang sama dengan tingginya selama waktu Ashar belum tiba waktu Ashar masuk selama matahari belum menguning waktu shalat Maghrib selama awan merah belum menghilang waktu shalat Isya hingga tengah malam dan waktu shalat Shubuh semenjak terbitnya fajar hingga matahari belum terbit”. Riwayat Muslim.

Berdasarkan hadits di atas didapatkan penjelasan bahwa waktu shalat dhuhur adalah ketika matahari telah condong ke arah barat dan bayangan sebuah benda sama dengan tinggi sebenarnya benda tersebut. Waktu shalat ashar akan masuk selama matahari belum menguning. Waktu shalat maghrib adalah selama mulainya awan merah sampai hilangnya. Lalu waktu isya’ adalah setelah hilangnya awan merah sampai habis waktu tengah malam. Dan waktu shalat subuh dimulai sejak terbitnya fajar hingga matahari terbit.

Dari beberapa uraian ayat dan hadist di atas dapat diambil hikmah yang sangat penting bagi kita. Allah SWT memberikan petunjuk arah bagi manusia yang beriman dan berakal melalui bintang-bintang. Bintang tersebut dapat menunjukkan arah kemana harus pergi ketika gelap mulai datang sebagai pengganti matahari pada siang hari. Sehingga manusia tidak akan tersesat ke jalan yang salah. Allah SWT juga telah memberi kita akal dan pikiran agar senantiasa berpikir untuk perkembangan ilmu pengetahuan yang berguna bagi sesama, yang sejatinya agar meningkatkan keimanan dan ketaqwaan kepadanya. Begitu besarnya nikmat Allah yang telah diberikan kepada manusia. Sudah sepatutnya kita sebagai seorang mukmin untuk lebih mendekatkan diri dan bersyukur atas segala nikmat Allah SWT.



## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Setelah penulis melakukan serangkaian percobaan, maka penulis dapat mengambil kesimpulan dari penelitian implementasi algoritma *Spatial Map Matching* untuk mengetahui posisi kendaraan melalui simulasi *GPS tracker*. Kesimpulannya adalah sebagai berikut.

1. Pada pengujian lapangan yang telah dilakukan, hasilnya menunjukkan bahwa metode *Spatial Map Matching* berhasil memperbaiki posisi kendaraan yang tidak tepat agar pas berada pada jalan yang semestinya. Meskipun begitu, namun terdapat beberapa titik koordinat yang hilang karena bertumpuk dengan titik lain. Hal ini dikarenakan terbatasnya data jalan yang disediakan.
2. Dari jumlah keseluruhan titik yaitu 50 titik, hanya 41 titik yang terlihat pada peta. Sedangkan 9 titik mengalami penumpukkan dengan titik lain. Apabila dipersentasekan maka 82% titik dapat terlihat dan 18% titik bertumpuk.

#### **5.2 Saran**

Mengacu pada penelitian dan percobaan yang telah dilakukan, maka saran dari penulis untuk penelitian selanjutnya adalah :

1. Menggunakan data jalan yang lebih lengkap.

2. Mengembangkan desain *interface* aplikasi agar semakin menarik dan interaktif.
3. Menambahkan fitur agar *icon* kendaraan dalam peta dapat berputar mengikuti arah sebenarnya kendaraan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Ishaq Al-Sheikh, Abdullah bin Muhammad bin Abdurahman bin. 1994. *Lubaabut Tafsir Min Ibni Katsiir*. Kairo: Mu-assasah Daar al-Hilaal.
- Asy-Syuyuthi, Jalaluddin dan Jalaluddin Muhammad Ibn Ahmad Al-Mahalliy. 2010. *Terjemah Tafsir Jalalain versi 2.0*. Tasikmalaya: Pesantren Persatuan Islam 91.
- Jing Yuan, Yu Zheng, Chengyang Zhang, Xing Xie, Guang-Zhong Sun, 2010. *An Interactive-Voting Based Map Matching Algorithm*. Eleventh International Conference on Mobile Data Management. IEEE.
- Kuijpers, B., Moelans, B., Othman, W., Vaisman, A., 2016. *Uncertainty-Based Map Matching: The Space-Time Prism and k-Shortest Path Algorithm*. International Journal of Geo-Information.
- Lou, Y., Zhang, C., Zheng, Y., Xie, X., Wang, W., Huang, Y., 2009. *Map-Matching for Low-Sampling-Rate GPS Trajectories*. Seattle, WA, USA. ACM GIS.
- Mohammed A. Quddus, Washington Y. Ochieng, Robert B. Noland, 2007. *Current map-matching algorithms for transport applications: State of the art and future research directions*. Transportation Research Part C. 15, 312-328.
- Ren, M., Karimi, H., 2011. *A fuzzy logic map matching for wheelchair navigation*. University of Pittsburgh, Pittsburgh, PA, USA.

Sadahiro, Yukio. 2006. *Spatial Analysis Using GIS*. Associate Professor of the Department of Urban - Course #716-26 Advanced Urban Analysis E. Lecture. Japan: Engineering, University of Tokyo.

Badan Pusat Statistik. 2015. *Data Pencurian Kendaraan Bermotor di Indonesia Tahun 2015*. <http://www.bps.go.id>. Dilihat 10 April 2017.

Remick, Jarel. 2011. *What Is a Web App? Here's Our Definition*. <http://web.appstorm.net>. Dilihat 20 Juni 2017.

