

## **PENGEMBANGAN SISTEM PELAPORAN DAN PEMETAAN KERUSAKAN INFRASTRUKTUR BERBASIS ANDROID MENGGUNAKAN METODE VOLUNTEERED GEOGRAPHIC INFORMATION (VGI)**

**Gusmira<sup>1</sup>, Heri Sutanta<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Departemen Teknik Geodesi, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada  
Jalan Grafika No. 2, Bulaksumur, Yogyakarta. Indonesia 55281, email: gusmira@mail.ugm.ac.id,  
herisutanta@ugm.ac.id

(Diterima 14 Mei 2019, Disetujui 30 Juni 2019)

### **ABSTRAK**

Kondisi infrastruktur di Indonesia cukup memprihatinkan, terutama berkaitan dengan infrastruktur jalan dan pendidikan. Di beberapa wilayah khususnya pedalaman atau desa terpencil, sering ditemukan jalan yang rusak sehingga akses kendaraan menjadi terganggu. Selain jalan rusak juga ditemukan beberapa jembatan dengan kondisi membahayakan, padahal jembatan tersebut merupakan satu-satunya akses jalan yang harus dilalui. Tidak hanya kerusakan jalan, namun juga banyak ditemukan kerusakan infrastruktur pendidikan. Seperti halnya kondisi bangunan sekolah yang kurang layak dan fasilitas yang belum memadai. Kerusakan infrastruktur di Indonesia tidak sepenuhnya diketahui oleh pemerintah. Hal ini disebabkan karena minimnya informasi yang beredar. Masyarakat juga mengalami kesulitan terutama dalam menyampaikan keluhan-keluhan kerusakan yang ada di sekitar. Dengan adanya laporan dari masyarakat, akan membantu pemerintah dalam mengawasi kerusakan infrastruktur yang ada di setiap wilayah. Sistem pelaporan dan pemetaan kerusakan infrastruktur menawarkan mekanisme pelaporan dan pemetaan menggunakan metode *Volunteered Geographic Information*, di mana pengguna dapat berpartisipasi dengan mengirim laporan kerusakan infrastruktur yang ada di mana saja sesuai lokasi keberadaan terkini. Laporan yang telah terkirim akan tersimpan di dalam basis data dan koordinat lokasi akan muncul di halaman peta secara otomatis, sehingga semua pengguna dapat mengetahui titik-titik kerusakan yang ada di sekitar. Sistem dibangun menggunakan platform Android sebagai antarmuka pengguna untuk mengirim laporan dan melihat informasi kerusakan infrastruktur.

**Kata kunci :** *Kerusakan infrastruktur, Pemetaan, Pelaporan, Android, Volunteered Geographic Information*

### **ABSTRACT**

*The condition of the infrastructure in Indonesia is quite alarming, particularly with regard to road infrastructure and education. In some areas of inland or particularly remote villages, often found damaged roads so that vehicle access being interrupted. In addition to damaged roads also found some bridges with the condition of the bridge, but the harm is the only access road that must be traveled. Not only does damage to the road, but also found damage to the infrastructure of education. As well as the condition of school buildings that are less worthy and facilities that are not yet adequate. Damage to infrastructure in Indonesia is not fully known by the Government. This is because of the lack of information in circulation. The community also experienced difficulties especially in presenting complaints of damage is around. With a report from the community, will help the Government in overseeing the damage to existing infrastructure in each region. Reporting systems and infrastructure damage mapping mechanism offers reporting and mapping method using *Volunteered Geographic Information*, where users can participate by sending crash reports existing infrastructure at wherever appropriate the current locations. The report has been sent will be stored in the database and coordinate location will appear on the map page automatically, so all users can find out the points of damage is around. The system is built using the Android platform as a user interface for sending reports and view information of damage to infrastructure.*

**Keywords :** *Damage of infrastructure, Mapping, Reporting, Android, Volunteered Geographic Information*

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Infrastruktur merupakan seperangkat fasilitas yang disediakan oleh organisasi tertentu dan diperuntukkan untuk publik meliputi fungsi-fungsi pemerintahan dalam penyediaan air, tenaga listrik, pembuangan limbah, transportasi dan pelayanan sejenis lainnya dalam memfasilitasi tujuan-tujuan sosial serta menciptakan kondisi yang menguntungkan untuk pengembangan ekonomi (Baskakova & Malafeev, 2017). Kondisi dan kualitas infrastruktur sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan ekonomi Indonesia, dalam hal ini jalan, pendidikan, listrik, kesehatan, dan beberapa infrastruktur lainnya (Savitri, 2011).

Infrastruktur jalan merupakan salah satu prasarana yang penting dalam transportasi darat meliputi segala bagian yang berhubungan dengan jalan seperti trotoar, pembatas jalan, lampu APILL, rambu jalan dan lain sebagainya. Kualitas dan kondisi infrastruktur jalan dipengaruhi oleh 4 faktor utama, yaitu metode, manusia, lingkungan dan bahan material. Seringkali ketika dalam perjalanan banyak ditemukan jalan rusak yang dapat mengganggu akses kendaraan. Beberapa penyebab kerusakan yang terjadi antara lain dikarenakan metode perencanaan yang kurang tepat, pelaksanaan dan pemeliharaan tidak sesuai prosedur, beban kendaraan berlebih, curah hujan yang tinggi dan berbagai faktor penyebab lainnya (Lentur dkk., 2017).

Selain jalan, infrastruktur pendidikan juga berperan penting dalam kehidupan masyarakat. Tidak semua wilayah mendapatkan hak fasilitas pendidikan yang sama. Kondisi fasilitas pendidikan di beberapa wilayah sangat memprihatinkan, khususnya desa terpencil atau pedalaman. Beberapa kerusakan yang terjadi antara lain kerusakan dinding pelapis bangunan, lantai, plafon, perlengkapan kelas dan kerusakan lainnya (Dardiri, 2012).

Banyaknya kerusakan yang terjadi di masing-masing wilayah tidak selalu dapat diawasi oleh pemerintah. Maka dari itu, diperlukan partisipasi masyarakat untuk melaporkan kerusakan yang ada di sekitar. Dengan menggabungkan teknologi *mobile* dan Sistem Informasi Geografis (SIG), maka dapat dikembangkan sebuah sistem yang dapat melaporkan dan memetakan kondisi infrastruktur di seluruh Indonesia. Pengguna dapat mengirimkan laporan kerusakan sesuai lokasi keberadaan terkini. Setiap laporan yang terkirim, akan muncul secara otomatis di peta. Selain itu,

pengguna dapat melihat semua informasi kerusakan dari hasil laporan yang diterima.

### 1.2 Rumusan Masalah

Infrastruktur memiliki peran penting dalam kehidupan masyarakat terutama infrastruktur jalan dan pendidikan. Tingginya mobilitas pengguna transportasi menyebabkan sebagian infrastruktur mengalami kerusakan. Selain itu, kondisi dan kualitas infrastruktur pendidikan di wilayah pedalaman banyak yang kurang layak. Seperti halnya bangunan sekolah yang tidak memadai dan fasilitas yang masih minim. Banyak masyarakat yang mengeluhkan kondisi dan situasi ini, sedangkan pemerintah masih terbatas dalam mengakses informasi seperti lokasi dan tanggal kejadian, objek serta jenis infrastruktur yang rusak. Keterbatasan informasi ini dipengaruhi oleh kinerja sistem yang belum maksimal. Web geoportal yang tersedia saat ini belum dapat menampilkan informasi kerusakan infrastruktur sesuai kondisi nyata di lapangan. Maka dari itu diperlukan sistem pendukung sebagai pihak ketiga yang dapat terintegrasi dengan sistem basis data sehingga sistem dapat terhubung dengan web geoportal.

### 1.3 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang Lingkup Penelitian antara lain:

1. Sistem terhubung dengan basis data yang dikelola oleh Admin.
2. Pengambilan lokasi dan gambar menggunakan fitur GPS dan kamera pada perangkat *mobile*.
3. Menu sistem terbagi menjadi halaman utama dan halaman pendukung. Halaman utama berisi halaman *splash screen* dan intro yang merupakan deskripsi dari masing-masing menu. Halaman pendukung terdiri dari halaman beranda, lapor, peta dan profil.
4. Pengguna mengirim laporan kerusakan di halaman menu lapor.
5. Sistem dapat menampilkan semua informasi kerusakan pada menu beranda dan pemetaan kerusakan pada menu peta.

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan pokok dari penelitian ini yaitu mengembangkan sistem yang terintegrasi dengan basis data dalam melakukan pelaporan dan pemantauan kerusakan infrastruktur di setiap

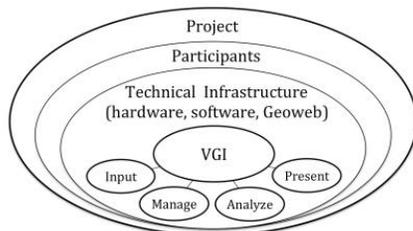
lokasi. Adapun tujuan khusus yang ingin dicapai adalah sebagai berikut.

1. Mengidentifikasi kerusakan infrastruktur yang biasa dilaporkan oleh masyarakat.
2. Merancang sistem yang dapat melaporkan serta memetakan kerusakan infrastruktur sesuai kondisi nyata.
3. Membangun sistem yang dapat mengorganisir penyimpanan data hasil laporan kerusakan.
4. Melakukan evaluasi terhadap kualitas dan akurasi sistem.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Volunteered Geographic Information (VGI)

*Volunteered Geographic Information (VGI)* atau dikenal dengan informasi geografis sukarela merupakan upaya pengumpulan data spasial yang dilakukan oleh relawan dengan cara *bottom-up*, di mana setiap sukarelawan dijadikan sebagai sensor yang bertugas mengumpulkan data dan mengirim data ke server melalui media atau sistem yang telah disediakan (Goodchild, 2007). Keunggulan dari VGI ialah aksesibilitas yang mudah dan cepat dalam pengumpulan data secara tepat waktu dengan melibatkan partisipasi pengguna, sehingga dapat mendukung dalam proses pengambilan keputusan. Secara umum, sistem VGI terdiri dari 3 komponen utama, yaitu *project*, *participants* dan *technical infrastructure* yang meliputi *hardware*, *software* dan *geoweb*, dapat dilihat pada gambar 1 di bawah ini.



**Gambar 1.** Komponen Sistem VGI (Fast & Rinner, 2014)

### 2.2 Layanan Berbasis Lokasi (LBS)

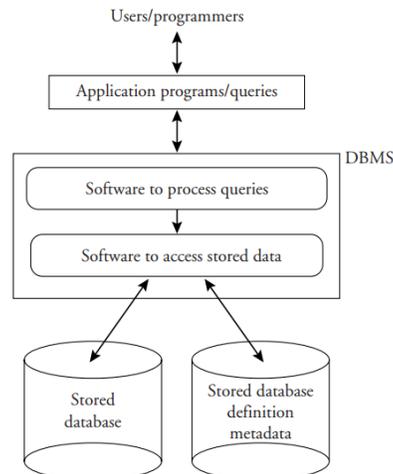
Pada android, LBS memanfaatkan teknologi GPS dan lokasi berbasis Google GSM untuk mendeteksi posisi saat ini. Android memiliki SDK yang menyediakan perpustakaan *Application Programming Interface (API)* untuk memudahkan dalam pengembangan aplikasi menggunakan bahasa pemrograman Java. Beberapa layanan yang

disediakan untuk memfasilitasi LBS antara lain *location manager*, *location provider*, *geocoding* dan *google map* (Kumar dkk., 2009).

*Location manager* sebagai komponen utama dalam mengatur izin akses layanan lokasi di android. *Location provider* menyediakan *tools* pencarian lokasi yang berfungsi untuk menentukan lokasi terkini, perpindahan atau pergerakan serta mendeteksi kedekatan dengan lokasi sekitar. *Geocoding* digunakan untuk mengkonversikan koordinat lintang dan bujur menjadi sebuah alamat. *Google map* menyediakan *API Key* untuk mengintegrasikan peta dengan android. Fitur-fitur yang disediakan untuk mengelola peta antara lain *overlay*, tambah *layer*, perbesar dan perkecil serta beberapa fitur standar lainnya.

### 2.3 Basis Data Spasial

Menurut Rigau dkk. (2002), secara umum, ada dua hal yang dimodelkan dalam basis data, yaitu komponen spasial dan atribut. Komponen spasial menggambarkan lokasi objek, sedangkan atribut merupakan karakteristik atau properti dari objek. Untuk membuat basis data spasial diperlukan perangkat lunak khusus dalam mengelola struktur basis data serta mengontrol akses ke data yang disimpan yang disebut *Database Management System (DBMS)*. Beberapa pemrosesan yang dapat dilakukan DBMS antara lain *defining*, *constructing*, *manipulating*, *querying* dan *updating*. Struktur DBMS dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



**Gambar 2.** Arsitektur Sistem Manajemen Basis Data (Rigaux dkk., 2002)

### 3. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Peralatan Penelitian

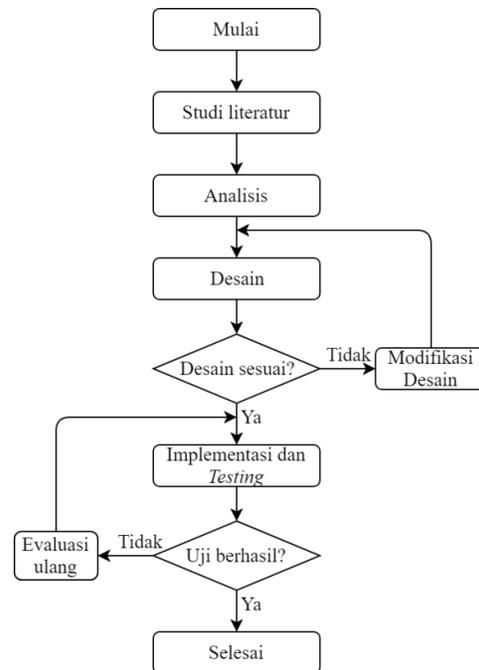
Alat yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

1. Perangkat Lunak
  - a. Sistem Operasi Windows 10 64-bit
  - b. *Android Studio*
  - c. *PostgreSQL/phpPgAdmin*
  - d. *Postman*
  - e. *Microsoft Visual Studio*
  - f. *Microsoft Visio*
  - g. *Microsoft Word*
2. Perangkat Keras
  - a. Laptop
  - b. *Harddisk*
3. Perangkat *Mobile*  
Semua jenis *smartphone* yang mendukung sistem operasi Android minimal versi 5.1 (*Lollipop*).

Bahan atau data yang digunakan dalam penelitian pembuatan sistem pemantauan kerusakan infrastruktur yaitu *Google Maps API* sebagai peta dasar untuk aplikasi.

#### 3.2 Metodologi Pelaksanaan

Metodologi penelitian dimulai dari studi literatur, yaitu mempelajari penelitian-penelitian sebelumnya. Selanjutnya adalah analisis yang terdiri dari analisis kebutuhan sistem dan pengguna. Analisis kebutuhan sistem dilakukan untuk menentukan spesifikasi perangkat serta data yang dibutuhkan, sedangkan kebutuhan pengguna diperoleh melalui pengisian kuesioner dan review aplikasi yang sudah ada sebelumnya. Setelah itu, masuk ke tahap desain yang terbagi menjadi arsitektur sistem, proses, *interface* dan skema basis data. Tahap terakhir adalah implementasi dan *testing*. Implementasi merupakan proses pembuatan *source code* untuk sistem. Apabila sistem selesai dikembangkan, maka dilakukan *testing* untuk mengetahui tingkat fungsional dan usability sistem. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. Diagram Alir Metodologi Penelitian

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Klasifikasi Kategori dan Sub-Kategori Infrastruktur

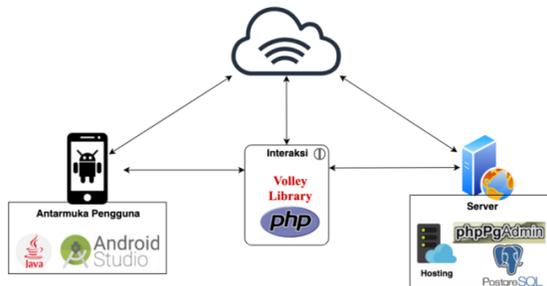
Sistem pelaporan dan pemetaan kerusakan infrastruktur terdiri dari 2 kategori utama, yaitu infrastruktur jalan dan infrastruktur pendidikan. Rincian sub-kategori dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Kategori dan sub-kategori infrastruktur

No	Kategori	Sub-kategori
1	Infrastruktur jalan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jalan</li> <li>- Jalan lintas atas</li> <li>- Jalan lintas bawah</li> <li>- Jembatan</li> <li>- Lampu jalan</li> <li>- Lampu APILL</li> <li>- Pembatas Jalan</li> <li>- LPJU</li> <li>- Rambu Jalan</li> <li>- Terowongan</li> <li>- Lainnya</li> </ul>
2	Infrastruktur Pendidikan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- TK</li> <li>- Pendidikan Agama</li> <li>- SD</li> <li>- SMP</li> <li>- SMA</li> <li>- Universitas/Akademi/Sekolah Tinggi</li> <li>- Pendidikan lainnya</li> </ul>

### 4.2 Arsitektur Sistem

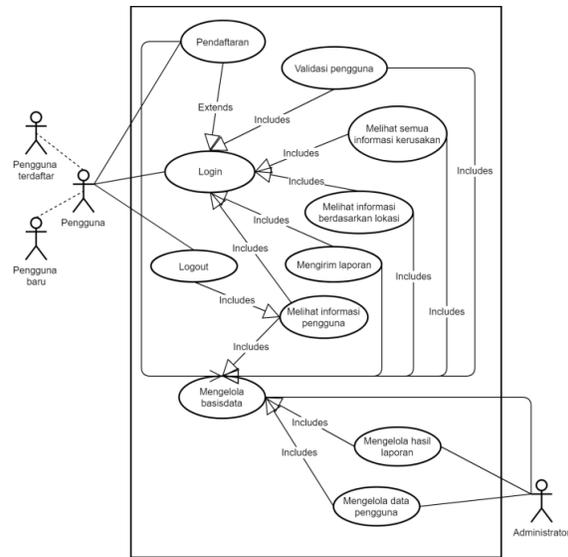
Pembuatan sistem pelaporan dan pemetaan kerusakan infrastruktur terdiri dari 3 komponen utama, yaitu antarmuka pengguna, interaksi dan server. Antarmuka pengguna dibangun melalui platform *Android Studio* dengan menggunakan bahasa pemrograman *Java*. Pada komponen server, platform yang digunakan adalah *PostgreSQL/phpPgAdmin* dan hosting sebagai tempat penyimpanan data sementara. Proses interaksi antara antarmuka dengan server dapat dilakukan dengan menambahkan *volley library* pada project android dan menuliskan script php untuk melakukan operasi-operasi *query* yang dibutuhkan. Desain arsitektur sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar 4 berikut.



Gambar 4. Arsitektur Sistem

### 4.3 Skenario Sistem

Pada gambar 5 menunjukkan ada 2 jenis aktor yang terlibat dalam sistem pelaporan dan pemetaan kerusakan infrastruktur, yaitu pengguna dan administrator. Pengguna merupakan kalangan masyarakat umum dan administrator adalah seseorang atau bisa sekelompok organisasi yang bertanggung jawab mengelola sistem. Pengguna dapat melakukan beberapa interaksi terhadap sistem berupa *login*, pendaftaran, melihat informasi kerusakan, melihat informasi kerusakan berdasarkan lokasi, mengirim laporan, melihat informasi pengguna dan *logout*. Sedangkan administrator berperan dalam mengelola basis data hasil laporan dan informasi pengguna.



Gambar 5. Use case diagram sistem pemantauan

Pengguna terbagi menjadi 2 kategori, yaitu pengguna baru dan pengguna terdaftar. Pengguna baru wajib melakukan pendaftaran terlebih dahulu. Setelah itu, lakukan login agar dapat mengakses semua fitur menu. Semua informasi laporan kerusakan dapat diakses melalui menu beranda, sedangkan untuk melihat informasi pemetaan kerusakan dapat diakses melalui menu peta. Pengguna dapat mengirim laporan kerusakan melalui menu lapor dan mengisi semua kolom yang tersedia. Untuk lebih jelas, akan diberikan satu contoh pembuatan skenario untuk proses mengirim laporan yang dapat dilihat pada tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Pembuatan skenario untuk mengirim laporan

Use case: Mengirim laporan	
Aksi Aktor	Reaksi Sistem
Skenario Normal	
	1. Memeriksa status <i>login</i> pengguna
	2. Menampilkan halaman dashboard menu
3. Memilih menu lapor	
	4. Menampilkan halaman menu lapor
5. Memasukkan semua data sesuai kolom yang disediakan	
	6. Memproses dan menyimpan data laporan ke basis data
	7. Menampilkan pesan laporan terkirim

	8. Kembali ke halaman dashboard menu
Skenario Alternatif	
	1. Memeriksa status <i>login</i> pengguna
	2. Menampilkan halaman dashboard menu
3. Memilih menu lapor	
	4. Menampilkan halaman menu lapor
5. Memasukkan beberapa data pada kolom yang disediakan	
	6. Menampilkan pesan <i>error</i> kolom tidak boleh kosong
	7. Gagal mengirim laporan

#### 4.4 Input dan Display Data

Sistem pelaporan dan pemantauan kerusakan infrastruktur menggunakan bahasa skrip php sebagai jalur komunikasi antara server dengan sistem. Pada gambar 6 di bawah, menjelaskan bagaimana menyimpan data masukan dari sistem ke basis data yang ada di server. Dalam kasus ini, pengguna memasukkan semua data pada kolom yang disediakan oleh sistem. Kolom yang harus diisi terdiri dari nama tempat/desa, kategori, sub-kategori, gambar, koordinat lintang dan bujur, dan keterangan. Untuk kolom id pelapor dan nama pelapor akan terisi otomatis sesuai sesi *login* pengguna, sedangkan waktu dan tanggal diisi otomatis mengikuti waktu terkini sehingga data yang masuk jadi lebih detil. Selanjutnya, sistem mengirim data masukan tersebut ke basis data.

```
<?php
...
$query = "INSERT INTO laporan
(id_pelapor, waktu_lapor, nama_pelapor,
id_kategori, kategori, sub_kategori,
lat, lng, gambar, keterangan,
nama_tempat) VALUES ((select user_id
from pengguna where user_nama =
'$namaPelapor'), DATE_TRUNC('second',
NOW()), '$namaPelapor',
(select id_kategori from kategori where
kategori = '$kategori'), '$kategori',
...
$response = new emp();
$response->success = 0;
$response->message = "Gagal mengirim
laporan";
die(json_encode($response));
}
pg_close($db_connection);
?>
```

**Gambar 6.** Source code kirim laporan

Untuk memanggil data dari basis data dan menampilkannya ke sistem, dapat dilakukan dengan menggunakan *json*. Dalam kasus ini, sistem akan memetakan laporan kerusakan serta menampilkan rincian informasi berupa sub-kategori infrastruktur, waktu, tanggal, alamat dan nama tempat atau desa, dapat dilihat pada gambar 7 berikut. Informasi alamat diperoleh dari pengkonversian koordinat lintang dan bujur ke dalam bentuk alamat menggunakan *geocoder* seperti pada gambar 8.

```
<?php
include_once "pgsql_connect.php";

$query = pg_query($db_connection,
"SELECT lat, lng, waktu_lapor,
sub_kategori, nama_tempat FROM
laporan");

$json = '{"infrastruktur": [';
while ($row =
pg_fetch_array($query)){
$char = '"';
$json .=
'{'
...
...
$json =
substr($json,0,strlen($json)-1);
$json .= ']}';
echo $json;
pg_close($db_connection);
?>
```

**Gambar 7.** Source code menampilkan marker peta

Koordinat lintang dan bujur diperoleh dari server penyimpanan *google maps*. Setiap lokasi yang direkam oleh pengguna pada saat mengisi laporan, akan diperiksa secara otomatis oleh server. Selanjutnya server akan memeriksa kesesuaian koordinat dengan data alamat yang ada.

```
LatLng ll = marker.getPosition();
geocoder = new
Geocoder(MenuPeta.this,
Locale.getDefault());
try {
addresses =
geocoder.getFromLocation(ll.latitude
, ll.longitude, 1);
String address =
addresses.get(0).getAddressLine(0);
tvAdd.setText(address);
} catch (IOException e) {
e.printStackTrace();
}
```

**Gambar 8.** Konversi koordinat lintang dan bujur ke dalam bentuk alamat

### 4.5 Implementasi Sistem Pelaporan dan Pemetaan Kerusakan Infrastruktur

Pertama kali sistem dijalankan akan tampil halaman *splash screen* yang menampilkan logo sistem, dilanjutkan dengan halaman intro yang menjelaskan deskripsi dari masing-masing fitur menu. Terdapat 4 halaman menu, yaitu beranda, lapor, peta dan profil yang dapat dilihat pada gambar 9 berikut.



Gambar 9. Tampilan halaman intro sistem

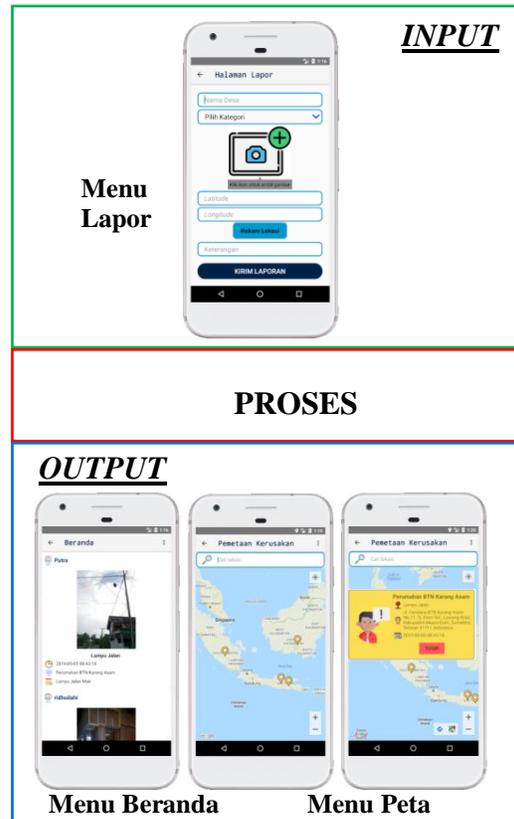
Pengguna diharuskan *login* dengan memilih menu masuk dengan email serta mengisi kolom email dan password yang sudah terdaftar, apabila belum memiliki akun maka dapat melakukan pendaftaran akun baru pada halaman daftar dengan mengisi kolom nama lengkap, email dan *password*. Pastikan email yang didaftar tidak boleh sama karena akan muncul pesan *error* jika ditemukan duplikasi data. Setelah berhasil masuk (*login*), akan tampil halaman *dashboard* menu seperti pada gambar 10 berikut.



Gambar 10. Tampilan halaman masuk, daftar dan dashboard menu

Pengguna dapat mengirim laporan kerusakan pada menu lapor dan mengisi semua kolom yang disediakan. Kolom yang harus diisi adalah kolom nama desa, kategori, sub-kategori, koordinat lokasi, gambar dan keterangan. Apabila ada salah satu kolom yang kosong, maka akan muncul pesan *error*. Setiap laporan yang terkirim akan tampil di halaman beranda dan peta secara otomatis. Halaman beranda menampilkan informasi kerusakan yang terdiri dari nama pelapor, gambar, sub-kategori, tanggal, waktu dan keterangan. Pada halaman peta, informasi yang disajikan berupa nama desa/tempat, sub-kategori, waktu dan tanggal.

Proses *input* berupa data-data yang diisi oleh pengguna pada halaman lapor. Di halaman tersebut, wajib mengisi semua kolom yang sudah disediakan. Hasil *output* berupa informasi rincian kerusakan yang telah dikirim pengguna. *Output* ditampilkan pada 2 halaman, yaitu pada menu beranda dan peta. Menu beranda menyajikan *output* secara informatif, sedangkan menu peta menyajikan *output* dalam bentuk *marker icon* sehingga terbentuk pemetaan secara otomatis. Tampilan *input* dan *output* dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11. Tampilan *input* dan *output* sistem

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil dari sistem ini menunjukkan bahwa sistem dapat memetakan kerusakan infrastruktur jalan dan pendidikan di semua wilayah Indonesia. Pemetaan menggunakan metode *Volunteered Geographic Information* (VGI) memudahkan pengguna untuk ikut serta dalam melaporkan kerusakan yang ada di sekitar sesuai kondisi nyata di lapangan. Sistem diharapkan dapat memberikan informasi yang dapat membantu pemerintah dalam mengawasi situasi dan kondisi infrastruktur serta dapat melakukan pengambilan keputusan untuk meningkatkan kualitas infrastruktur.

## DAFTAR PUSTAKA

- Baskakova, I. V., & Malafeev, N. S. (2017). *The Concept of Infrastructure: Definition, Classification and Methodology for Empirical Evaluation*.
- Dardiri, A. (2012). Analisis Pola, Jenis, Dan Penyebab Kerusakan Bangunan Gedung Sekolah Dasar. *Teknologi Dan Kejuruan*, 35(1), 71–80.
- Fast, V., & Rinner, C. (2014). A Systems Perspective on Volunteered Geographic Information. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 3(4), 1278–1292. <https://doi.org/10.3390/ijgi3041278>
- Goodchild, M. F. (2007). CITIZENS AS SENSORS: THE WORLD OF VOLUNTEERED GEOGRAPHY 1 Michael F. Goodchild. *Geojournal*, 69(4), 1–15.
- Kumar, S., Qadeer, M. A., & Gupta, A. (2009). Location based services using android (LBSOID). *2009 IEEE International Conference on Internet Multimedia Services Architecture and Applications, IMSAA 2009*, (January). <https://doi.org/10.1109/IMSAA.2009.5439442>
- Lentur, J., Pengaruhnya, D. A. N., Biaya, T., Magister, M., Sipil, T., Manajemen, K., & Konstruksi, P. (2017). *Kajian Faktor-Faktor Penyebab Kerusakan Dini Perkerasan*. 3(01).
- Rigaux, P., Scholl, M., & Voisard, A. (2002). Spatial Databases with Application to GIS. In *The Morgan Kaufmann Series in Data Management Systems*. <https://doi.org/10.1145/959060.959081>
- Savitri, N. M. O. H. M. (2011). *Pengaruh Infrastruktur Terhadap Pertumbuhan Ekonomi di Indonesia*. 61–98. <https://doi.org/10.21098/bemp.v17i1.44>