

Pengembangan Sistem Pelaporan Kerusakan Jalan Otomatis Berbasis Sistem Embedded

Hanif Irfan Syah¹, Fajar Pradana², Bayu Priyambadha³

Program Studi Teknik Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Brawijaya
Email: ¹hanifirfansyah05@gmail.com, ²fajar.p@ub.ac.id, ³bayu_priyambadha@ub.ac.id

Abstrak

Pembangunan infrastruktur jalan merupakan salah satu program yang sedang digiatkan oleh kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Mengingat banyaknya manfaat yang mampu dirasakan oleh masyarakat maupun pemerintah. Namun selain pembangunan, juga diperlukan perawatan dan perbaikan terhadap jalan raya tersebut. Kerusakan jalan dapat menyebabkan kecelakaan luka ringan hingga kematian. Pengambilan keputusan perbaikan dan penanganan kerusakan jalan sering tidak tepat sasaran, dikarenakan kesalahan dalam menentukan prioritas yang diakibatkan oleh keterbatasan petugas lapangan. Selain itu penanganan kerusakan jalan terkesan lambat dikarenakan rekapitulasi data yang diperoleh masih menggunakan dokumen kertas, yang mengakibatkan penanganan kerusakan jalan menjadi lama dan kerusakan jalan tidak segera diperbaiki. Pada penelitian ini, sistem yang dikembangkan menggunakan mikrokomputer Raspberry PI dengan menerapkan modul GPS, sensor getar dan sensor ultrasonik yang ditanamkan pada kendaraan bermotor. Sensor ini akan memberikan informasi terkait tingkat kerusakan jalan dan lokasi kerusakan jalan dengan bantuan API Google Maps secara realtime kepada petugas terkait. Sehingga pengambilan keputusan dan penanganan perbaikan kerusakan jalan dapat dilakukan dengan tepat sasaran dan segera diperbaiki.

Kata kunci: kerusakan jalan, raspberry PI, sensor getar, sensor ultrasonik, modul GPS

Abstract

The construction of road infrastructure is one program that is being activated by the Ministry of Public Works and Public Housing. Given the many benefits that can be felt by the community and government. But in addition to development, maintenance and repairs are also needed on the highway. Road damage can cause minor injuries to death. Decision making for repair and handling of road damage is often not on target, due to errors in determining priorities caused by the limitations of field officers. Besides that, the handling of road damage seems slow because the recapitulation of the data obtained still uses paper documents, which results in the handling of road damage being prolonged and road damage not being corrected immediately. In this study, a system developed using Raspberry PI microcomputer by applying the GPS sensor, vibration sensor and ultrasonic sensor implanted in motorized vehicles. This sensor will provide information regarding the level of road damage and the location of road damage with the help of the Google Maps API in real time to the relevant officers. So that decision making and handling repair of road damage can be done on target and immediately corrected.

Keywords: road damage, raspberry PI, vibration sensor, ultrasonic sensor, GPS module

1. PENDAHULUAN

Keberadaan infrastruktur berupa jalan raya memberikan banyak manfaat bagi masyarakat maupun pemerintah. Manfaat yang diberikan diantaranya memudahkan mobilitas dan aksesibilitas baik kegiatan sosial dan ekonomi (Bernad and Syafaruddin, n.d.). Undang-undang Republik Indonesia No. 38 tahun 2004 tentang prasarana jalan menyebutkan bahwa

jalan memiliki peranan yang penting dalam mewujudkan perkembangan kehidupan bangsa. Karena manfaat yang begitu besar dan peranan yang sangat penting, menjadikan perhatian dan pertimbangan khusus oleh pemerintah saat ini. Salah satunya dengan program Rencana Strategis (Renstra) Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat tahun 2015-2019. Salah satu program yang digagas adalah dengan pembangunan jalan raya sejauh 1.200

km (Umum and Perumahan, 2019).

Selain pembangunan jalan baru, pemerintah juga perlu melakukan perawatan dan perbaikan terhadap jalan raya. Perawatan tersebut berfungsi untuk mencegah dan memperbaiki kerusakan jalan raya (M et al., 2016). Kerusakan pada jalan raya dapat berupa retak, distorsi, cacat permukaan, pengausan, kegemukan dan penurunan pada bekas penanaman utilitas. Umumnya kerusakan yang timbul disebabkan oleh lebih dari satu faktor. Faktor-faktor kerusakan tersebut disebabkan oleh adanya peningkatan beban lalu lintas, sistem drainase yang tidak baik, iklim suhu udara dan curah hujan serta kondisi tanah dasar yang tidak stabil (Sukirman, 1999).

Adanya kerusakan jalan dapat menyebabkan mobilitas barang dan aksesibilitas untuk menjangkau suatu daerah menjadi terganggu. Dampak lain yang dihadapi akibat kerusakan jalan yaitu menghambat laju perekonomian dan perdagangan masyarakat. Selain faktor dampak ekonomi, kerusakan jalan juga mengakibatkan ketidaknyamanan pengguna jalan serta mengganggu kelancaran arus lalu lintas (Bernad and Syafaruddin, n.d.). Kerusakan jalan raya dapat menyebabkan kecelakaan dari luka ringan hingga kematian. Pada tahun 2017 tercatat kecelakaan lalu lintas terjadi sebanyak 2.857 kejadian, dan 622 orang diantaranya meninggal dunia. Berdasarkan kasus tersebut tercatat 159 kecelakaan diakibatkan oleh jalan rusak dan berlubang (Aris, 2017).

Pelaporan kerusakan jalan dilakukan oleh masyarakat maupun instansi kepada Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang. Hal ini menjadi tugas berat bagi dinas terkait untuk mengelola seluruh data kerusakan jalan yang ada di wilayahnya. Penanganan perbaikan jalan masih dilakukan secara manual dengan membandingkan data hasil survei lapangan oleh petugas. Data hasil survei diperoleh dengan cara manual yaitu dengan menggunakan dokumen kertas yang menyebabkan rekapitulasi data berjalan lambat. Lambatnya data yang diperoleh dan banyaknya dokumen yang harus dibandingkan mengakibatkan penanganan jalan yang rusak menjadi lama dan kerusakan jalan tidak segera diperbaiki (Utama, 2013).

Pengambilan keputusan yang didasarkan pada data hasil survei menjadi permasalahan tersendiri. Hasil data terhadap suatu kerusakan sangat dipengaruhi oleh pengamat atau petugas di lapangan. Sehingga pengamat harus

menguasai seluruh jenis dan penyebab kerusakan jalan yang ada di lapangan untuk menentukan kategori kerusakan dan prioritas penanganannya. Keterbatasan yang dialami petugas karena subjektivitas ini memberikan dampak terhadap keputusan perbaikan dan penanganan kerusakan, dimana seringkali tidak tepat sasaran. Sedangkan prioritas penanganan tersebut harus dilakukan secara tepat dan sesuai dengan kepentingan (Sukirman, 1999).

Mengingat banyaknya data jalan yang perlu direkap serta pengambilan keputusan yang cepat dan tepat. Sangat diperlukan sebuah sistem yang mampu melaporkan kerusakan jalan secara otomatis. Salah satunya dengan memanfaatkan teknologi sistem embedded. Teknologi sistem embedded dapat digunakan untuk melakukan pelaporan secara otomatis dan realtime. Sistem tersebut akan melaporkan data terkait kerusakan jalan kepada petugas dinas terkait yang dapat dipantau melalui website.

2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan pada penelitian ini meliputi studi literatur, pengumpulan data, analisis kebutuhan sistem, perancangan sistem, implementasi sistem, pengujian sistem, serta kesimpulan dan saran. Tahapan penelitian tersebut dapat diilustrasikan dengan diagram blok seperti dalam Gambar 1.



Gambar 1. Metode Penelitian

Kebutuhan yang didefinisikan mengacu pada studi literatur dan penelitian sebelumnya serta dari hasil wawancara yang menunjukkan permasalahan terkait proses pelaporan kerusakan jalan di Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kota Malang. Untuk metode wawancara dilakukan dengan diskusi

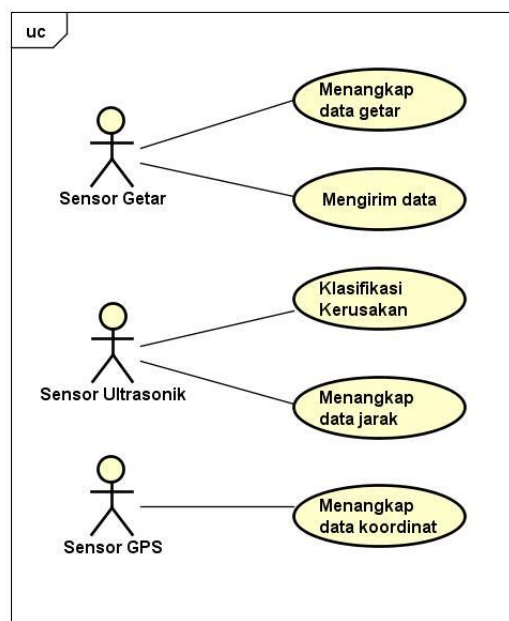
serta tanya jawab dengan berbagai pihak yang terlibat dan berkaitan langsung dalam menyelesaikan permasalahan. Sedangkan studi pustaka dilakukan dengan mempelajari teori pengembangan sistem yang diperoleh dari buku, dan jurnal. Berdasarkan data yang diperoleh dan hasil analisis permasalahan maka ditentukan kebutuhan sistem yang akan dibangun. Sedangkan pada pengembangan sistem digunakan SDLC *waterfall model* yang terdiri atas 5 tahap yaitu analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, pengujian dan pemeliharaan (Sommerville, 2011). Untuk pengujian melalui 3 metode yaitu unit testing, integration testing dan validation testing. Pengujian unit testing dilakukan dengan menguji unit sistem yang terdapat pada kelas maupun objek. Pengujian ini juga disebut sebagai whitebox testing. Pengujian integration testing dilakukan untuk memastikan bahwa unit atau komponen yang saling terhubung telah berjalan dengan benar. Pengujian validation testing merupakan pengujian terakhir untuk melakukan validasi terkait kesesuaian antara sistem yang telah dikembangkan dengan kebutuhan yang telah didefinisikan di awal. Pengujian ini juga disebut sebagai blackbox testing, karena pengujian dilakukan tanpa mengetahui isi kode program.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

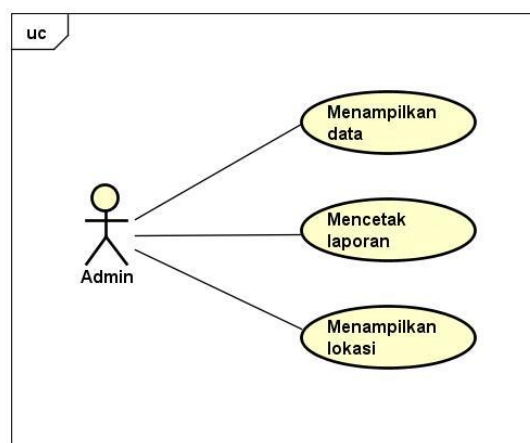
Pada bab ini membahas tahapan yang diperlukan dalam proses pengembangan sistem dengan menggunakan metode SDLC *waterfall* yaitu analisis kebutuhan, perancangan sistem, implementasi sistem, dan pengujian sistem.

3.1. Analisis Kebutuhan

Pada penelitian ini, analisis kebutuhan bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai kebutuhan yang harus terpenuhi oleh sistem dan pengguna sistem. Kebutuhan yang didefinisikan mengacu pada studi literatur dan penelitian sebelumnya serta dari hasil wawancara yang menunjukkan permasalahan terkait proses pelaporan kerusakan jalan di Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang (PUPR) Kota Malang. Berdasarkan permasalahan tersebut maka dibuat beberapa kebutuhan fungsional dan nonfungsional yang harus dapat dilakukan sistem, sehingga terbentuk dua use case diagram yang ditunjukkan gambar 2 dan gambar 3.



Gambar 2. Use Case Diagram Embedded



Gambar 3. Use Case Diagram Website

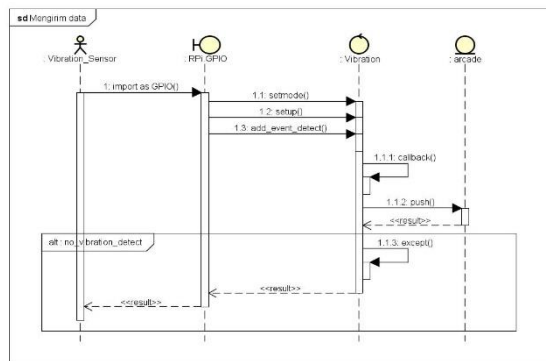
3.3. Perancangan dan Implementasi

Tahap perancangan sistem merupakan proses perancangan berdasarkan kebutuhan yang telah didefinisikan pada tahap sebelumnya. Perancangan digambarkan ke dalam diagram yang siap untuk diimplementasikan pada tahap implementasi sistem. Pada fase perancangan, alur dari sistem digambarkan ke dalam UML (*Unified Modelling Language*), seperti *class diagram* dan *sequence diagram*.

3.3.1 Sequence Diagram

Aktor berupa sensor getar yang melakukan pengiriman data. Pada diagram ini terdapat aktor sensor getar, boundary RPI.GPIO, controller vibration dan entity arcade. Boundary RPI.GPIO memanggil method `setup()`, `setmode()` dan `add_event_detect()` untuk

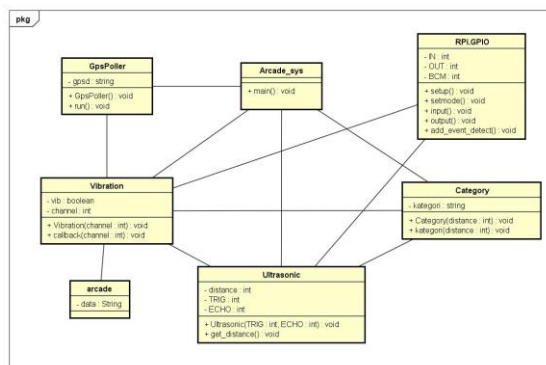
menginisialisasi pin dan modul dari sensor getar. Kemudian controller vibration memanggil method callback() untuk menjalankan sensor getar dan mengirimkan data ke server cloud. Terdapat satu alternatif dimana jika sensor tidak mendeteksi getaran, maka tidak mengirimkan data. Sequence diagram yang menggambarkan interaksi objek yang terlibat ditampilkan dalam Gambar 4 Sequence Diagram mengirim data jarak.



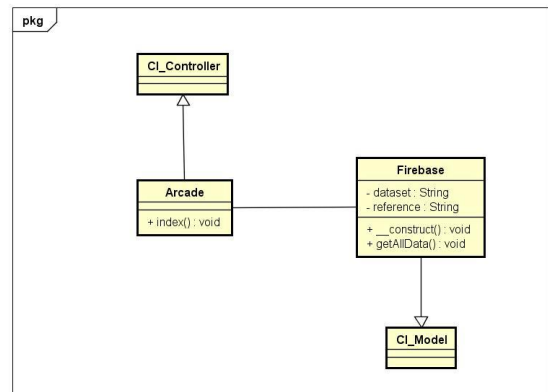
Gambar 4. Sequence Diagram mengirim data

3.3.2 Class Diagram

Class Diagram merupakan diagram yang menggambarkan kelas dan relasi pada suatu sistem yang kemudian akan diimplementasikan dalam pembangunan suatu sistem. Class diagram yang dirancang pada bab ini menerapkan Object Oriented Programming (OOP). Terdapat dua class diagram yang meliputi class diagram embedded dan class diagram website yang ditunjukkan gambar 5 dan gambar 6.



Gambar 5. Class Diagram Embedded



Gambar 6. Class Diagram Website

3.3.3 Perancangan Komponen

Pada perancangan komponen menjelaskan mengenai rincian dari sistem yang akan akan dibangun pada setiap komponennya. Perancangan komponen berisi mengenai alur dari setiap komponen berdasarkan algoritmanya. Pada penelitian ini terdapat tiga method yang akan dibahas. Method tersebut antara lain method `get_distance`, method `callback` dan method `kategori`.

3.3.4 Perancangan Antarmuka

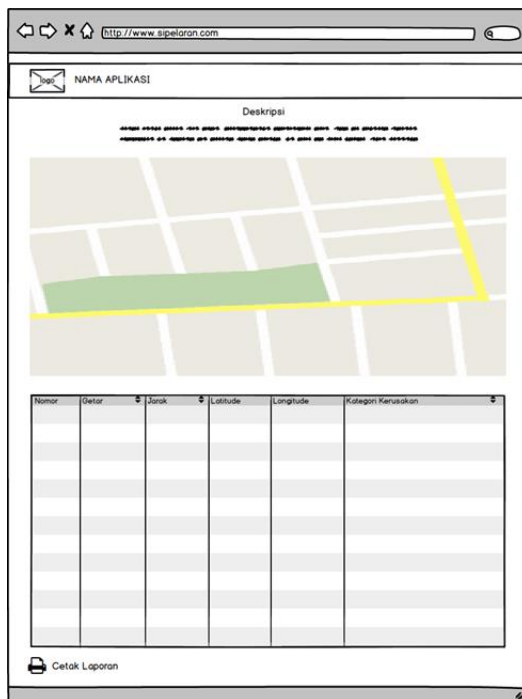
Pada penelitian ini, antarmuka yang digunakan adalah halaman website yang ditampilkan kepada aktor admin. Pada halaman ini terdapat 5 bagian utama, yaitu header, deskripsi, google maps, tabel dan icon print. Perancangan antarmuka halaman website dapat dilihat dalam Gambar 7.

3.3.5 Perancangan Hardware

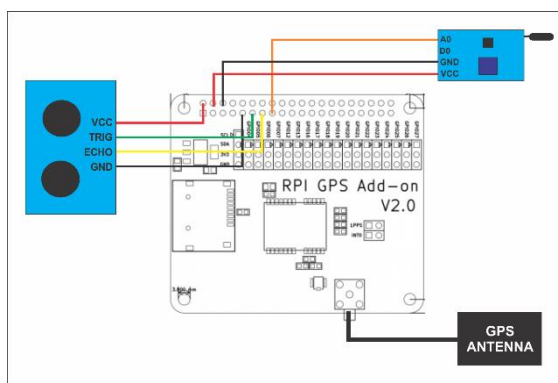
Perancangan perangkat keras bertujuan untuk memberikan gambaran terkait pin GPIO yang digunakan pada mikrokomputer Raspberry Pi 3. Pada penelitian ini, Raspberry Pi ditanamkan Raspberry GPS Add-ons pada seluruh bagian GPIO. Sehingga seluruh pin GPIO yang terdapat pada raspberry Pi akan terhubung langsung dengan pin GPIO pada Raspberry GPS. Raspberry GPS Add-on juga menggunakan antenna yang berfungsi untuk menangkap sinyal GPS. Pin GPIO pada Raspberry GPS akan dihubungkan dengan 2 sensor yaitu sensor ultrasonik dan sensor getar. Perancangan perangkat keras dapat dilihat dalam Gambar 8.

3.3.5 Perancangan Data

Perancangan data akan digambarkan secara konseptual dengan menggunakan Entity Relationship Diagram (ERD). Perancangan data bertujuan untuk memberikan gambaran terkait data yang akan digunakan dalam sistem. Data ini akan dikodekan ke dalam bentuk data json. Nama entitas dari rancangan data adalah arcade dimana memiliki empat atribut yang meliputi jarak, latitude, longitude dan kategori. Gambaran dari rancangan data dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 7. Perancangan Antarmuka Website

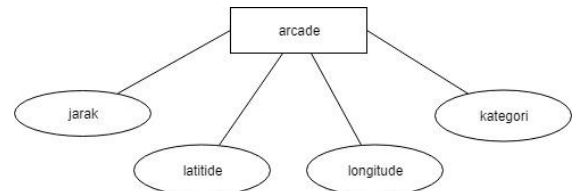


Gambar 8. Perancangan Hardware

3.3.5 Implementasi Kode Program

Implementasi kode program pada penelitian ini menggunakan metode *Object Oriented Programming* (OOP). Pada tahap implementasi kode program menggunakan dua

Bahasa pemrograman yang berbeda, yaitu *Python* dan *PHP*. Pemrograman *Python* dilakukan untuk membangun sistem embedded untuk memenuhi kebutuhan fungsionalitas sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Sedangkan pemrograman *PHP* dilakukan untuk membangun website sesuai dengan kebutuhan fungsionalitas dan rancangan yang telah dibuat.



Gambar 8. Perancangan Data

3.3.5 Implementasi Antarmuka

Implementasi antarmuka website dibuat berdasarkan perancangan antarmuka pada tahap sebelumnya. Pada halaman ini, ditampilkan peta digital dengan memanfaatkan API Google Maps. Peta digital ini menampilkan lokasi dalam bentuk icon location. Icon location ini diperoleh dari data tabel yang terdapat di database firebase. Pada masing-masing icon akan menampilkan kategori kerusakan ketika diklik. Selain itu juga ditampilkan tabel data yang berisi kolom nomor, kedalaman (cm), latitude, longitude dan kategori. Terdapat tombol untuk menyimpan data ke dalam beberapa format file Excel, dan PDF. Kolom pencarian berfungsi untuk melakukan pencarian data pada tabel sesuai dengan keyword yang dimasukkan. Pada bagian footer terdapat media sosial dari dinas terkait. Implementasi antarmuka dapat dilihat dalam Gambar 10.

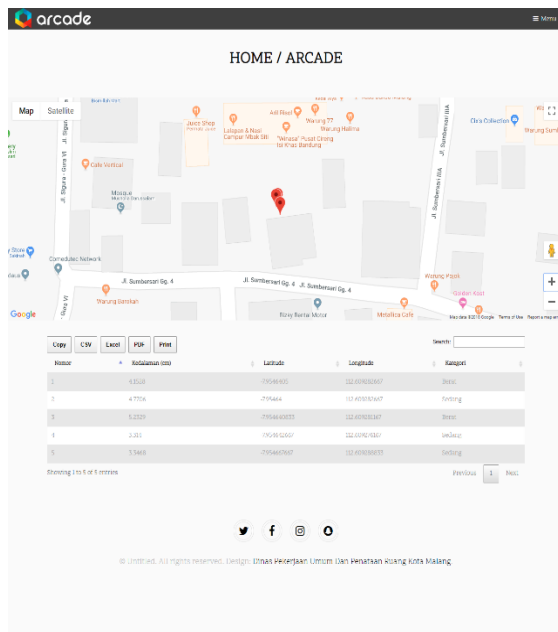
3.4. Pengujian

Tahap pengujian merupakan fase yang dilakukan setelah dilakukan implementasi sistem. Tahap ini dilakukan dengan tiga metode yaitu dengan metode pengujian unit, pengujian integrasi dan pengujian validasi.

3.4.1. Pengujian Unit

Pada pengujian unit menjelaskan mengenai rincian pengujian pada setiap komponennya. Pengujian tersebut bertujuan untuk menguji kebenaran komponen dari kode programnya. Metode yang digunakan pada pengujian ini adalah Whitebox Testing. Pada penelitian ini terdapat tiga method yang akan dibahas. Method tersebut antara lain method

get_distance, method callback dan method kategori. Berikut adalah hasil pemaparan perancangan komponen tiga algoritme method.



Gambar 10. Implementasi antarmuka

3.4.2. Pengujian Integrasi

Pengujian Integrasi digunakan untuk melakukan pengujian dalam memastikan bahwa interaksi antar *class* yang ada pada sistem dapat berjalan dengan baik. Pada pengujian Integrasi, digunakan strategi pengujian *top-down* dimana komponen utama akan memanggil komponen level bawah. Dalam pelaksanaan pengujian integrasi ini memanfaatkan *stub* dimana sebuah *class test* akan digunakan dalam menguji *method class* dengan cara memanggil *class* tersebut pada *stub*. Pengujian ini dilakukan untuk menguji interaksi *method callback()* yang ada pada *class Vibration* yang memanggil *method get_distance()* yang ada pada *Class Ultrasonic*.

3.4.3. Pengujian Validasi

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian validasi dimana berguna untuk menguji dan memastikan bahwa setiap kebutuhan telah didefinisikan pada tahap kebutuhan. Pengujian ini digunakan untuk menguji seluruh skenario pada kebutuhan fungsional maupun non-fungsional. Pengujian validasi ini menggunakan metode pengujian kotak hitam dimana pengujian dilakukan tanpa mengetahui arsitektur kode. Penelitian ini menguji seluruh kebutuhan fungsional dengan seluruh alur

alternatif yang telah didefinisikan dan dua kebutuhan non-fungsional.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan, perancangan, implementasi, dan pengujian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa pada tahap rekayasa kebutuhan sistem, diperoleh delapan kebutuhan fungsional dan satu kebutuhan non-fungsional yang dapat membantu proses pelaporan dan monitoring kerusakan jalan dengan menggunakan peta digital. Kebutuhan fungsional yang didefinisikan yaitu mengumpulkan data kerusakan jalan dari sensor, mengirimkan data ke database cloud, mengklasifikasikan jenis kerusakan jalan dan menampilkan data dari cloud ke dalam API Google Maps. Kebutuhan fungsional yang diperoleh pada penelitian ini dimodelkan ke dalam *use case diagram* dan *use case scenario*. Di tahap selanjutnya, yaot perancangan dihasilkan rancangan yang terdiri atas perancangan arsitektur yang terdiri atas *sequence diagram* dan *class diagram*. Selain itu juga diperoleh perancangan algoritme yang akan siimplementasikan di dalam sistem. Dalam perancangan antarmuka diperoleh rancangan layout antarmuka sistem. Dalam perancangan perangkat keras diperoleh rancangan pin yang digunakan pada mikrokontroller sistem. Tahap selanjutnya yaitu implementasi sistem terdiri atas spesifikasi sistem, implementasi kode program menurut rancangan komponen, dan implementasi antarmuka menurut rancangan antarmuka yang telah dibuat pada tahap perncangan. Tahap terakhir yaitu pengujian yang terdiri atas pengujian unit, pengujian integrasi dan pengujian validasi menghasilkan nilai 100% valid.

5. SARAN

Saran yang diberikan untuk pengembangan lanjut sistem pelaporan kerusakan jalan otomatis berbasis sistem embedded antara lain diperlukan sebuah algoritma yang mampu membantu petugas dinas dalam menentukan clusterisasi wilayah kerusakan jalan dan prioritas perbaikan jalan berdasarkan parameter tertentu. Selain itu sistem belum mampu mendeteksi kerusakan jalan dengan kondisi ringan seperti keretakan dan pengausan ruas jalan.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Adhitia, R., Susetiyo, F., Triyanto, D. and Komputer, J.S., 2016. Rancang Bangun Smart Vehicle. 4(3).
- Aris, Budi. 2017. 159 Kasus Kecelakaan di Jateng Disebabkan Jalan Berlubang. <https://www.radioidola.com/2017/159-kasus-kecelakaan-di-jateng-disebabkan-jalan-berlubang/>. diakses pada 6 Juni 2018.
- Gnanapriya, S., 2015. IOT Based Pothole Detection and Notification System. 12(3), pp.172–179.
- M, RAMYA GAYATHRI, SREELAKSHMI S, KRISHNA KUMAR.H, BHARATHI. S, and GEETHA. R. 2016. “Automatic Detection of Potholes on Roads to Aid Drivers.” Proceedings of 41st IRF International Conference 15 (8): 67–72.
- Madli, R., Hebbar, S., Pattar, P. and Golla, V., 2015. Automatic Detection and Notification of Potholes and Humps on Roads to Aid Drivers. IEEE Sensors Journal, 15(8), pp.4313–4318.
- S, Jaya Kumar, and Vignesh Muralidoss. 2018. “Survey on Road Surface Monitoring System Using” 6 (Iii): 2254–58.
- Sommerville, Ian. 2011. Software Engineering. Ninth Edition. Boston: Pearson Education, Inc.,
- Umum, P. and Perumahan, D.A.N., 2019. Rencana strategis (renstra) kementerian PUPR 2015 – 2019.