

PENDETEKSI DAN MAPPING LUBANG JALAN MENGUNAKAN PLATFORM ANDROID TERINTEGRASI DENGAN RASPBERRY PI BERBASIS VISI KOMPUTER

Andreas Peter Chandra

Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya, Jl. Semolowaru No.45, Menur Pumpungan, Kec. Sukolilo,
Kota SBY, Jawa Timur 60118, +62-31-5931800, humas@untag-sby.ac.id.

Abstract

The importance of highways in supporting community activities should be regularly maintained along with the increase in road users. Unfortunately, there are still many potholes that are a problem for paved roads. Based on data from the Central Statistics Agency, the recorded road data can be categorized according to the damaged road condition, namely 14.98% with a damaged state and 20.47% with heavily damaged conditions. One of the reasons for the slow repair of roads is because the data recording of potholes still uses manual techniques that require human labor, so the process takes longer. This study aims to detect potholes on highways automatically. It utilizes computer vision technology to use the YOLO method as digital image processing to identify pothole objects. It has a total training dataset of 300 images with a final accuracy rate of 96.9% carried out in 7500 iterations and produces an average loss of 0.2132. The test gets the lowest confidence value of 0.30 and the highest value is 0.93. Tests were carried out to determine the variables that affected the trial. The data obtained can be accessed in the Android platform application to determine the position of the potholes.

Keywords: Potholes , Computer Vision, YOLO, Digital Image Processing

Abstrak

Pentingnya jalan raya dalam menunjang aktivitas masyarakat, jalan raya seharusnya dilakukan pemeliharaan secara berkala seiring dengan meningkatnya pengguna jalan. Mirisnya, masih banyak ditemukan jalan berlubang yang menjadi permasalahan jalan beraspal. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistika, dari data jalan raya yang dicatat dapat dikategorikan menurut kondisi jalan rusak, yaitu 14,98% dengan kondisi rusak, dan 20,47% dengan kondisi rusak berat. Salah satu lambatnya perbaikan jalan dikarenakan pencatatan data jalan berlubang masih menggunakan teknik manual yang membutuhkan tenaga kerja manusia, sehingga proses membutuhkan waktu lebih lama. Penelitian ini bertujuan melakukan pendeteksi jalan raya berlubang secara otomatis. Memanfaatkan teknologi visi komputer yang menggunakan metode YOLO sebagai pengolahan citra digital dalam identifikasi objek jalan berlubang. Memiliki jumlah dataset training sebanyak 300 citra dengan tingkat akurasi akhir sebesar 96.9% yang dilakukan dalam 7500 iterasi dan menghasilkan average loss sebesar 0.2132. Pengujian mendapatkan nilai confidence yang paling rendah yaitu 0.30 dan didapatkan nilai yang paling tinggi 0.93. Pengujian dilakukan untuk mengetahui variabel yang berpengaruh dalam uji coba. Data yang diperoleh dapat diakses dalam aplikasi platform Android untuk diketahui letak posisi dari jalan berlubang.

Kata kunci: Jalan berlubang, visi komputer, YOLO, pengolahan citra digital

1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki tingkat kecelakaan jalan masih tinggi dipengaruhi oleh peningkatan jumlah kendaraan. Para pengendara masih kurang memperdulikan keamanan dan kenyamanan. Tidak sedikit dari kecelakaan di lalu lintas disebabkan jalan rusak. Kurangnya kesadaran menjaga fasilitas, berdampak pada masyarakat yang harus menerima kondisi jalan rusak.

Berdasarkan data dari [1] adanya peningkatan jumlah kendaraan mobil penumpang setiap tahunnya. Tercatat dalam data tersebut pada tahun 2015 hingga tahun 2019, kendaraan bertipe mobil penumpang mengalami peningkatan sebanyak 6,10%. Meningkatnya jumlah kendaraan, merupakan indikator dari semakin tinggi sarana transportasi yang dibutuhkan masyarakat. Dengan mobilitas semakin meningkat, transportasi darat membutuhkan prasarana yang penting yaitu jalan raya. Pada tahun 2019, Badan Pusat Statistika mencatat panjang jalan ya diurutkan menurut jenis permukaan. Jalan aspal cenderung memiliki persentase yang paling besar disbanding dengan jenis permukaan tidak beraspal. Panjang jalan aspal sebesar 325.606 kilometer atau 59,80% dari total panjang jalan. Sedangkan tidak diaspal sebesar 40,20%. Selanjutnya jika menurut kondisi jalan, 43,43% panjang dari jalan di Indonesia memiliki kondisi yang baik, 21,12% kondisi yang sedang, 14,98% dalam kondisi yang rusak, dan 20,47% dalam kondisi yang rusak berat.

Salah satu faktor penyebab rusaknya jalan adalah terjadinya banjir dan genangan air. Lubang jalan yang muncul akibat banjir tersebut sangat berbahaya bagi para pengendara. Terjadinya hentakan saat pengendara melintasi jalan berlubang, menjadi penyebab kerusakan kendaraan yang menyebabkan pengendara terjatuh dari kendaraan. Tingginya volume lalu lintas, membuat jalan mudah berlubang setelah tergenang oleh air. Lubang jalan terjadi jika adanya retakan yang namun tidak adanya perbaikan, yang mana air dapat meresap dan menimbulkan kerapuhan pada lapisan aspal jalan.

Penelitian ini bertujuan untuk membangun perangkat pendeteksi lubang jalan menggunakan metode Deep Learning You Only Look Once (YOLO). Penggunaan metode yang sama juga

digunakan oleh Prakash dkk [2] yaitu menggunakan You Only Look Once (YOLOv2). Citra didapatkan dari sumber dataset dengan yang tersedia di internet. Proses training menggunakan beberapa gambar sederhana dan gambar yang kompleks. Pemanfaatan beberapa perangkat seperti kamera dan sensor akan diimplementasikan. Raspberry Pi akan menjadi pusat pengolahan setiap data yang di dapatkan oleh Global Positioning System (GPS) maupun kamera. Penggunaan kamera sebagai penerapan visi komputer juga diperlukan untuk pendeteksi lubang jalan yang akan melalui proses pengolahan citra. Data tersebut lalu di olah dan di tampilkan dalam bentuk user interface berbasis Android. Data yang sudah di olah, akan digunakan sebagai perekaman dalam peta yang menjadi tanda di setiap titik letak lubang jalan. Penghubungan Application Programming Interface (API) Google Maps juga dibutuhkan untuk memberi akses GPS menentukan letak pada peta. Adanya penelitian ini diharapkan aplikasi sebagai alat untuk membantu mengumpulkan data terkait permasalahan jalan berlubang.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan dan Perangkat Penelitian

Data lubang jalan diperoleh dari beberapa perangkat yang terdiri dari :

1. Raspberry Pi 3 B+ dengan spesifikasi chipset BCM2873B0 Cortex A53 64-bit dengan kecepatan 1,4GHz dan memiliki kapasitas RAM 1 GB.
2. Module GPS untuk Raspberry Pi, untuk mengetahui letak posisi secara spesifik.
3. USB Camera sebagai sumber input citra digital.
4. Baterai isi ulang sebagai sumber energi dari beberapa perangkat.
5. Penurun tegangan baterai terhadap Raspberry Pi.

Data lubang jalan diperoleh dari beberapa perangkat yang terdiri dari :

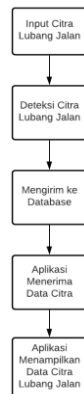
1. Visual Studio Code, digunakan untuk membuat program deteksi lubang jalan.
2. Android Studio, digunakan untuk membuat aplikasi berbasis android.

2.2 Obyek Penelitian

Obyek penelitian adalah terkait dengan pendeteksian lubang jalan dengan menggunakan Raspberry Pi, perangkat akan mencatat letak dari lubang jalan tersebut kemudian ditampilkan pada peta dalam aplikasi. Pengujian dilakukan dengan memperhatikan beberapa variabel, antara lain jumlah titik lubang jalan, lokasi lubang jalan, kondisi waktu dan cuaca.

2.3 Tahapan Penelitian

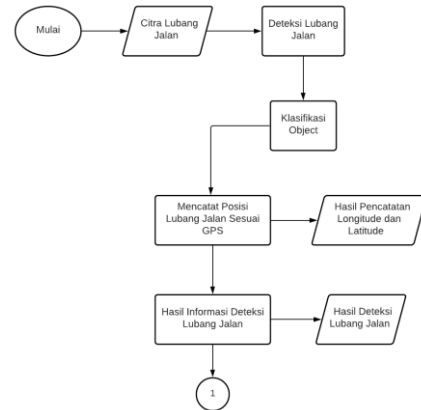
Pada Gambar 4. 18 merupakan blok diagram dari proses pendeteksian lubang jalan. Pengujian deteksi ini menggunakan algoritma pendeteksi objek YOLO dalam pemrosesan citra digital. Dimulai dengan pengambilan citra dengan objek lubang jalan. Pada proses selanjutnya, sistem mulai melakukan pengenalan objek lalu jika berhasil, data akan dikirim kedalam database.



Gambar 1. Proses umum deteksi objek lubang jalan

Ketika sudah terkumpul, aplikasi meminta akses agar dapat berbagi data lalu menampilkannya dalam bentuk visual dengan beberapa keterangan. Algoritma tersebut telah diberikan proses training dengan dataset mandiri yang bertujuan dapat mengenali objek lubang jalan.

Gambar 1 merupakan tahapan proses umum dari program pendeteksi lubang jalan. Program membutuhkan citra sebagai input dari deteksi lubang jalan. Setiap informasi yang diperlukan akan disimpan pada database untuk ditampilkan pada aplikasi berbasis Android. Tahapan penelitian ini dapat dijelaskan pada diagram di bawah:

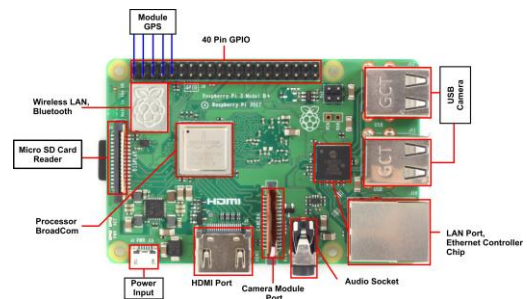


Gambar 2. Proses deteksi lubang jalan dengan YOLO

Gambar 2 dimana ketika program dijalankan, akan mengambil input dari citra berlubang. Selanjutnya memasuki tahap deteksi atau pengenalan objek oleh sistem, jika klasifikasi object berhasil maka berlanjut ke tahap berikutnya. Program akan mencatat posisi dari lubang jalan melalui data longitude dan latitude. Pada akhir proses, dihasilkan hasil dari data atau informasi yang selanjutnya akan diteruskan kedalam database.

2.4 Desain Perangkat Keras

Dalam melakukan pendeteksian objek, diperlukan perangkat yang memiliki keringkasn. Dilakukan di area terbuka, membutuhkan perangkat yang dapat dengan mudah dibawa oleh pengguna. Dengan menggunakan komputer mini dari Raspberry Pi dengan model 3 B+, pengguna dapat melakukan deteksi objek lubang jalan dengan mudah.



Gambar 3. Desain perangkat keras

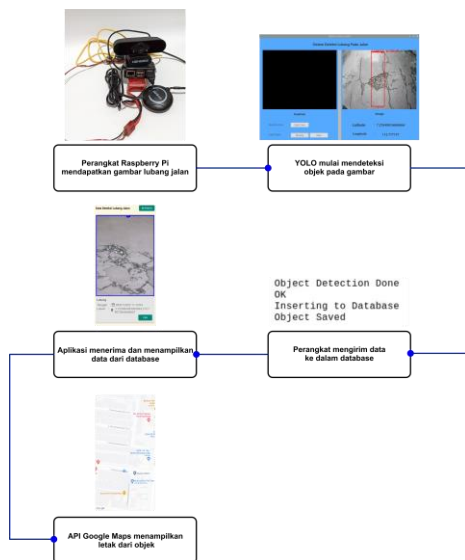
Pada Raspberry Pi, terdapat modul input dan output yang diperlukan dalam penambahan perangkat keras lainnya. Dapat dilihat pada Gambar 3 perangkat memiliki bagian penting

dalam tersusunnya perangkat keras yang siap mendeteksi objek lubang jalan.

2.5 Desain Sistem Deteksi Lubang Jalan

Pendeteksi lubang jalan memiliki tahapan atau proses dalam mengenali suatu objek dalam citra yang diberikan. Desain dari sistem sangat penting dalam perencanaan dari alur sistem yang akan dibuat.

Setiap alur memiliki peran penting dalam hal mendeteksi objek pada gambar, mengirimkan data pada database, menerima data dari database dan menampilkannya pada aplikasi. Desain dapat dijabarkan pada gambar berikut.



Gambar 4. Desain sistem deteksi lubang jalan

Pada gambar 4 adalah penjabaran dari berjalannya dari proses mendeteksi objek lubang jalan pada gambar yang diberikan. Pada tahap pertama, perangkat Raspberry Pi melakukan pengambilan gambar lubang jalan raya beraspal. Dengan menggunakan USB Webcam sebagai input utama, perangkat menangkap gambar dan menyimpannya kedalam folder.

Perangkat terangkai dari beberapa modul dan perangkat lainnya. Perangkat keras tersebut memiliki komponen yaitu Raspberry Pi 3B+, USB Webcam, modul GPS, baterai Li-Po dan penurun tegangan untuk energi baterai.



Gambar 5. Pengambilan gambar lubang jalan

Pada tahap yang kedua, menjalankan algoritma YOLO sebagai pendeteksi objek lubang jalan pada gambar. Dengan memilih gambar pada folder yang tersimpan, YOLO memulai pengenalan objek. YOLO akan mengenali objek sesuai dengan hasil training sebelumnya. Pada penelitian ini YOLO dilatih untuk mengenali objek lubang jalan.

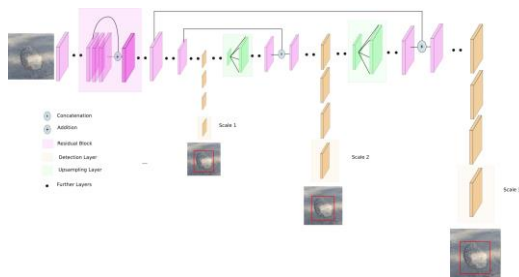
Sistem akan mencatat informasi penting terkait lubang jalan tersebut. Informasi penting tersebut adalah waktu pengambilan, tanggal serta longitude dan latitude dari lubang tersebut. Ketika algoritma tersebut telah selesai mendeteksi objek pada gambar, pada tampilan GUI akan ditampilkan hasil dari pendeteksian tersebut. Berlanjut pada tahap ketiga, penyimpanan hasil deteksi dilakukan secara manual dengan menggunakan tombol. Pengguna dapat menyimpan atau tidak setelah proses pendeteksian.

Pada proses penyimpanan, pengguna dapat memanfaatkan tombol "Save" sebagai pengirim data atau informasi lubang jalan. Data akan dikirimkan atau di push ke dalam database di dalam hosting. Menggunakan beberapa kode pendukung sebagai pendistribusian data dari perangkat ke dalam database, data akan diteruskan ke fungsi penerimaan data di dalam aplikasi. Pada tahap keempat aplikasi meminta akses ke dalam database agar dapat mengakses semua data daripada lubang jalan tersebut. Aplikasi akan menampilkan setiap data yang ada pada database melalui tampilan aplikasi. Aplikasi juga menampilkan informasi penting terkait lubang jalan tersebut. Gambar lubang jalan menjadi foto utama pada setiap data yang ditampilkan.

Pada tahap yang terakhir yaitu kelima, aplikasi memiliki fitur untuk menampilkan letak atau posisi dari lubang jalan yang telah terdeteksi. Proses ini dijalankan oleh API dari Google Maps. API tersebut bertugas untuk meminta akses kepada Google apabila ingin menampilkan peta digital pada setiap platform yang dituju. Pada prosesnya, informasi dari database yaitu latitude dan longitude akan diolah sepenuhnya oleh API tersebut. Google Maps akan menunjukkan pin dari lokasi lubang tersebut.

2.6 Arsitektur Model

YOLO memiliki sistem dasar jaringan saraf tiruan untuk mendeteksi setiap objek dalam citra. Model akan membuat citra terbagi menjadi beberapa kotak wilayah atau yang disebut dengan grid cell lalu memprediksi untuk setiap grid.



Gambar 6. Arsitektur YOLO

Arsitektur model dari YOLO yang digunakan pada penelitian ini. Arsitektur tersebut merupakan pengembangan dari arsitektur model YOLO sebelumnya dikembangkan oleh Redmon, dkk. Gambar akan memasuki beberapa proses memasuki layer Residual Block dan dilakukannya proses detection hingga selesai pada scale pertama. Selanjutnya akan dilakukannya Upsampling citra hingga dilakukannya resize hingga tahap terakhir dan filter dari YOLO sendiri hingga objek pada gambar telah terdeteksi

2.7 Desain Antarmuka Sistem

Tampilan UI pada aplikasi sangat sederhana, diutamakan pada sisi fungsional yaitu menampilkan setiap letak posisi lubang jalan yang terekam.



Gambar 7. Rencana tampilan aplikasi

Ada beberapa informasi yang ditampilkan pada aplikasi mengenai informasi dari lubang jalan. Untuk yang pertama aplikasi memberikan informasi bahwa citra tersebut adalah Lubang Jalan, lalu diikuti dengan tanggal dan waktu pendeteksian lubang jalan pada saat pengumpulan data.




3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini dijabarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan oleh penulis.

3.1 Pengumpulan Data

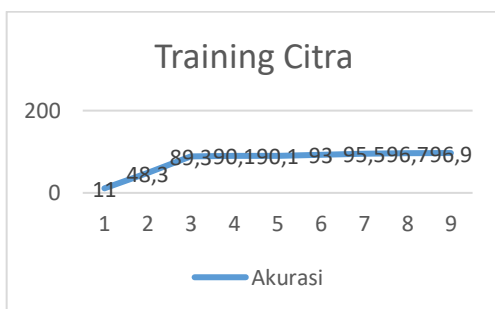
Untuk pengumpulan citra dilakukan secara mandiri. Dibutuhkan sekitar 460 data citra untuk sebelum dilakukan ke tahap selanjutnya. Data diambil dalam lingkup wilayah Surabaya dengan fokus utama jalan aspal berlubang. Data citra diambil dalam beberapa aspek pertimbangan pada variabel sebelumnya. Ada 3 variabel yang ditentukan yaitu cuaca pengambilan citra, kondisi pengambilan citra dan jarak (1 meter dan 2 meter) pengambilan citra.

Tabel 1. Dataset lubang jalan

Citra	Cuaca	Kondisi
	Cerah	Pagi
	Berawan	Siang
	Cerah	Malam

3.2 Tahap Training Data Citra

Dataset yang sudah dipersiapkan, selanjutnya memasuki proses menentukan kelas pada file labels yang telah disediakan oleh YOLO. Kelas pada citra ditentukan sesuai dengan jumlah objek yang akan dideteksi pada program dengan.



Gambar 8. Chart hasil training




Training dilakukan dalam 7500 iterasi dan menghasilkan persentase akurasi akhir sebesar 96.9% dan memiliki average loss sebesar 0.2132, training dilakukan dalam beberapa kali yang menghasilkan 9 chart yang berkelanjutan. Chart tersebut memberikan informasi seputar jumlah iterasi, persentase keakuratan serta rata-rata loss.

Akan diperoleh file hasil dari proses training yang sudah terkonfigurasi sebelumnya.

3.3 Tahap Testing

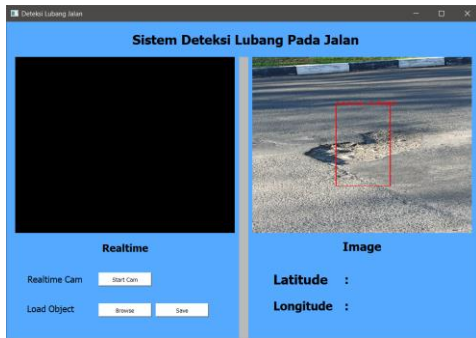
Pada tahap ini akan dilakukan percobaan deteksi menggunakan weights dari hasil proses training pada tahap sebelumnya. Pada percobaan kali ini menggunakan dataset yang juga digunakan dalam proses training.

Tabel 2. Testing hasil training

Citra	Confidence
	1. 0.97 2. 0.81
	0.99
	0.83

3.4 Tahap Membuat Tampilan atau GUI

GUI disusun berdasarkan fungsi yang diinginkan. Menampilkan fungsi utama yaitu dalam dua mode Image dan Realtime. Image diperuntukkan jika pengguna ingin mendeteksi objek dalam citra yang dipilih melalui tombol Browse yang ada pada baris Load Object. Pengguna juga dapat menyimpan hasil dari deteksi yang dilakukan dengan cara memilih citra melalui Browse dengan cara memilih tombol Save.



Gambar 9. GUI program

Jika diperlukan untuk mendeteksi secara langsung, pengguna juga dapat memilih fitur Realtime dengan memiliki tombol Start Cam pada baris Realtime Cam. Objek yang terdeteksi melalui Realtime Cam akan otomatis tersimpan pada folder yang telah diatur sebelumnya dalam bentuk gambar.

3.5 Tahap Pembuatan Database

Untuk dilakukannya tujuan dari penelitian ini yaitu mengumpulkan citra lubang jalan yang terdeteksi, penggunaan database menjadi sistem pendukung utama.

#	Name	Type
<input type="checkbox"/> 1	id	int(11)
<input type="checkbox"/> 2	filename	varchar(99)
<input type="checkbox"/> 3	tanggal	varchar(99)
<input type="checkbox"/> 4	lat	double
<input type="checkbox"/> 5	lng	double

Gambar 10. Variabel pada database

3.6 Tahap Membuat Aplikasi Android

Pembuatan aplikasi Android Data Lubang Jalan pada penelitian ini bertujuan untuk menampilkan data lubang jalan yang telah terkumpul. Memiliki nama aplikasi "Data Lubang Jalan". Berguna untuk memberikan kemudahan mengakses untuk melihat lubang dan lokasi pendeteksian dengan rapi.



Gambar 11. Tampilan aplikasi

Aplikasi tersebut memiliki fungsi untuk menampilkan data yang terkirim dari perangkat Raspberry Pi ke dalam database. Ketika database sudah menampung data yang dikirim oleh perangkat, aplikasi mengambil data lalu dikirim dan ditampilkan di aplikasi. Aplikasi akan menampilkan setiap citra lubang jalan yang telah terkumpul di dalam database.

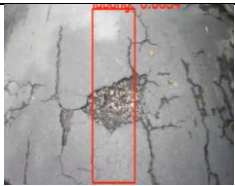


3.7 Tahapan Deteksi Lubang Jalan

Pada tahapan deteksi, lubang jalan akan dideteksi oleh sistem yang telah dibuat. Lubang jalan yang akan dideteksi memiliki kriteria antara lain lubang berada pada permukaan jalan raya beraspal, lubang jalan tidak tergenang oleh air dan pengujian berada dalam wilayah Surabaya.

3.7.1 Pengujian Sistem Deteksi Lubang Jalan

Pada uji ini memiliki pengaturan threshold sebesar 0.3 untuk kesensitifan algoritma pada saat mendeteksi objek pada citra. Pengujian dilakukan dengan data lubang jalan yang diambil di lokasi yang berbeda pada jalan raya beraspal.

Gambar 12. Pengujian pada lubang jalan

Citra	Confidence
	0.93
	0.60
	0.82

4. SIMPULAN

Dari hasil penelitian ini, penulis telah mencapai penyelesaian dari beberapa permasalahan awal. Tujuan dari penulis melakukan penelitian ini adalah mendeteksi lubang jalan pada permukaan beraspal. Pendeteksian berguna untuk meringankan beban pekerja dalam mendata dan mengetahui letak dari lubang jalan raya. Pengumpulan data dapat digunakan sebagai informasi dalam perbaikan jalan kedepannya.

Lubang yang terdeteksi memiliki beberapa syarat yaitu lubang berada pada permukaan beraspal, tidak tergenang air dan berada dalam wilayah Surabaya. Dapat disimpulkan hasil dari penelitian ini telah dilakukannya deteksi lubang pada jalan raya seperti sebagai berikut:

1. Pembangunan sistem deteksi lubang pada jalan raya beraspal menggunakan metode YOLO. Model memiliki jumlah dataset training sebanyak 300 citra dan mendapatkan nilai atau tingkat akurasi akhir sebesar 96.9% yang dilakukan dalam 7500 iterasi dan menghasilkan average loss sebesar 0.2132. Dari hasil angka yang didapatkan mendandakan sistem deteksi lubang pada jalan raya beraspal berjalan dengan baik.

2. Dengan hasil yang terlihat pada tabel pengujian bahwa didapatkan nilai confidence yang beragam. Pengujian setiap lubang mendapatkan nilai yang paling rendah yaitu 0.3069 dan nilai confidence tertinggi yaitu 0.9346.
3. Pembuatan tampilan visual atau GUI pada sistem deteksi ketika program dijalankan pada perangkat Raspberry Pi. Dalam pembuatannya menggunakan bahasa pemrograman Python yang berfungsi dalam penampilan citra yang akan dideteksi dan selanjutnya dikirimkan ke dalam database.
4. Pada penelitian ini menghasilkan sebuah aplikasi kumpulan data lubang jalan yang diambil dari database. Memiliki tujuan untuk memudahkan pengguna agar dapat mengetahui posisi atau letak dari lubang jalan. Menampilkan letak atau posisi dari lubang jalan menggunakan dukungan API dari Google Maps.

DAFTAR PUSTAKA

Jurnal:

- [1] BPS-Statistics, "STATISTIK TRANSPORTASI DARAT 2019," *Stat. Transp. DARAT 2019*, pp. 68–70, 2020.
- [2] B. Prakash and S. N. Nayak, "ROAD POTHOLE DETECTION USING YOLOv2 MODEL," *Int. Res. J. Mod. Eng.*, vol. 02, no. 08, pp. 1401–1405, 2020.