

# A Review Paper: Detection of Road Damage with Digital Image Processing Mobile Applications

Muhamad Maulana Rachman<sup>1</sup>, Setyawan Widyarto<sup>2</sup>

<sup>1</sup>[1811601390@student.budiluhur.ac.id](mailto:1811601390@student.budiluhur.ac.id), Universitas Budi Luhur Jakarta

<sup>2</sup>[swidyarto@gmail.com](mailto:swidyarto@gmail.com)  
Universiti Selangor

## ABSTRAK

Kerusakan jalan adalah masalah yang berdampak besar pada transportasi darat dan sangat berbahaya bagi keselamatan pengendara transportasi darat. Kondisi jalan yang rusak sering menyebabkan kecelakaan, bahkan mengakibatkan kematian dan kemacetan yang sangat lama. Faktor siklus hujan yang sangat panjang juga berdampak besar pada kerusakan jalan, terutama di Jakarta di mana siklus hujan yang tidak menentu terkadang sangat panjang dan dapat menyebabkan banjir dan kerusakan jalan di Jakarta. Untuk pemerintah pusat dan daerah, perlu ada aplikasi yang dapat mendeteksi kerusakan jalan yang dapat dengan cepat ditangani dan diperbaiki. Tujuan dari penelitian ini adalah membuat aplikasi untuk mendeteksi kerusakan jalan secara otomatis berdasarkan pemrosesan gambar digital berdasarkan output informasi kepada pemerintah pusat atau daerah terkait dengan kerusakan jalan sehingga pemerintah dapat melakukan perbaikan dengan cepat untuk memberikan layanan yang baik untuk tanah pengguna transportasi dan untuk mencegah kecelakaan, dengan output yang disediakan dapat mengurangi jumlah kecelakaan yang disebabkan oleh kerusakan jalan. Dalam penelitian ini, pemrosesan gambar deteksi tepi menggunakan metode Canny Edge Detection telah diuji dalam hal mendeteksi lubang dan mengurangi Signal to Noise Ratio (SNR) selama pemrosesan gambar. Metode pencocokan template ditambahkan dengan tampilan untuk meningkatkan akurasi deteksi. Pencocokan template adalah teknik pemrosesan gambar digital untuk menentukan bagian terkecil dari suatu gambar yang cocok dengan templat gambar. Kesimpulan yang diharapkan dari penelitian ini adalah untuk menyediakan aplikasi deteksi jalan yang rusak untuk menganalisis dan memprediksi dan mencegah kecelakaan yang disebabkan oleh kerusakan jalan.[1]

Kata Kunci - Kerusakan jalan, Deteksi Canny Edge, Lubang, aplikasi ponsel cerdas, pemrosesan gambar, deteksi, aplikasi seluler

## 1. Pendahuluan

Perkembangan sistem transportasi terutama transportasi darat di Indonesia sangat pesat. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) jumlah pengguna kendaraan bermotor di Indonesia semakin bertambah setiap tahunnya. Data pada tahun 2013 jumlah kendaraan bermotor di Indonesia mencapai 104.118.969 unit. [1]

Perkembangan sistem transportasi darat di Indonesia harus didukung infrastruktur-infrastruktur yang memadai. Salah satu infrastruktur yang paling penting adalah jalan. Intensitas kendaraan yang semakin hari semakin banyak, ditambah lagi kondisi cuaca di Indonesia membuat beban yang harus ditanggung jalan semakin besar setiap harinya. Akibat yang muncul

adalah banyak jalan yang mengalami kerusakan serta kondisinya sangat memprihatinkan. Salah satu kerusakan yang paling sering ditemui adalah banyak ditemukan lubang pada jalan. Keberadaan lubang di jalan dapat meningkatkan resiko terjadinya kecelakaan di jalan[1]

Selain penggunaan algoritma canny, penelitian ini juga menggunakan fungsi ambang dalam aplikasi yang merupakan parameter untuk menentukan tingkat kejernihan gambar dari hasil deteksi tepi yang dilakukan, yaitu crack. Pemeriksaan di jalan sangat penting untuk mendeteksi kondisi jalan yang digunakan karena efek pada keselamatan pengemudi jalan, fraktur di jalan bisa dianggap serius dengan memperbaiki jalan. [2]

Citr menerapkan perhitungan gradien magnitudo dan gradien arah untuk meningkatkan edge deteksi pada gambar, lalu meningkatkan deteksi tepi dengan menerapkan set fuzzy untuk mengurangi non-noise dalam gambar sehingga tingkat akurasi lebih tinggi, pada dasarnya deteksi tepi improvisasi Algoritma cerdik mungkin dilakukan, hanya dengan menggunakan fungsi ambang yang diterapkan pada ponsel aplikasi yang terdapat dalam hasil eksperimen dalam makalah ini. [2]

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Algoritma Canny

Algoritma Canny adalah algoritma yang melakukan pemeriksaan dengan tingkat kesalahan minimum menghasilkan gambar tepi optimal, tetapi proses algoritma cerdik tidak cukup untuk mengurangi gambar yang memiliki banyak tepi atau goresan yang benar - benar tepi atau tidak, untuk itu algoritma cerdik di. Direvisi dengan menambahkan fungsi ambang sehingga kesalahan deteksi tepi pada gambar dapat dikurangi baik dengan

memberikan nilai minimum dan maksimum pada saat pemrosesan deteksi tepi. [2]

Hasil dari penelitian ini dilakukan untuk mendeteksi retakan pada jalan yang merupakan awal kerusakan jalan, untuk memudahkan proses pendektsian retakan jalan yang langsung dirancang berbasis mobile aplikasi untuk mendeteksi kerusakan jalan dengan prosesor menggunakan algoritma cerdik dan fungsi ambang batas, dengan aplikasi yang dirancang membuat kebijakan dapat mengambil solusi langsung untuk memperbaiki jalan atau hanya melakukannya hanya perawatan[2]

Pemilihan algoritma canny sebagai proses deteksi tepi karena kemudahan implementasi dalam. Bahasa berbagai bahasa pemrograman khususnya Java selain itu juga mudah dikembangkan oleh menerapkan berbagai fungsi terutama fungsi ambang batas [2]

Ada beberapa kriteria deteksi tepi paling optimal yang dapat dipenuhi oleh algoritma canny :

- a. Deteksi dengan baik, Kemampuan untuk menempatkan dan menandai semua sisi yang ada di bawah pemilihan konvolusi parameter dilakukan. Ini juga memberikan fleksibilitas yang sangat tinggi mengenai penentuan level deteksi ketebalan tepi seperti yang diinginkan
- b. Lakukan lokalisasi dengan Canny adalah mungkin untuk menghasilkan jarak minimum antara tepi terdeteksi dengan tepi aslinya
- c. Responsnya jelas, hanya ada satu respons untuk setiap sisi sehingga mudah dideteksi dan tidak

menyebabkan kebingungan pada pemrosesan gambar selanjutnya

Ada lima langkah dalam melakukan deteksi tepi canny :

1. Hilangkan noise yang ada dalam gambar dengan menerapkan filter Gaussian. Proses ini akan menghasilkan gambar yang terlihat agak buram, dan ini dimaksudkan untuk mendapatkan tepi gambar yang sebenarnya. Jika tidak dilakukan maka garis-garis halus juga akan terdeteksi sebagai tepi. Berikut adalah salah satu contoh filter Gaussian dengan  $\sigma = 1.4$ .

$$\begin{array}{r} & 2 & 4 & 5 & 4 & 2 \\ & 4 & 9 & 12 & 9 & 4 \\ \frac{1}{159} & 5 & 12 & 15 & 12 & 5 \\ & 4 & 9 & 12 & 9 & 4 \\ & 2 & 4 & 5 & 4 & 2 \end{array}$$

2. Lakukan deteksi tepi dengan mencari secara horizontal ( $G_x$ ) dan secara vertikal ( $G_y$ ).
3. Menentukan arah tepi yang ditemukan menggunakan rumus berikut :

$$\Theta = \arctan \frac{G_y}{G_x}$$

Selanjutnya, bagi menjadi empat warna sehingga garis-garis dengan arah yang berbeda dan memiliki warna yang berbeda. Divisi ini 0 - 22,5 dan 157,5 - 180 derajat kuning, 22,5 - 67,5 berwarna hijau, dan derajat 67,5 - 157,5 berwarna merah.

4. Meminimalkan garis tepi yang muncul dengan menerapkan penindasan non-maksimum untuk menghasilkan yang lebih ramping garis tepi.
5. Langkah terakhir adalah biner dengan menerapkan dua ambang

batas, gambar berikut akan menunjukkan gambar bentuk sebelum pemrosesan (a) dan setelah pemrosesan (b). Gambar yang digunakan adalah gambar berskala abu-abu nilai ambang batas 0,05.

Ambang batas digunakan untuk menyesuaikan jumlah derajat abu-abu yang ada dalam gambar. Dengan menggunakan Ambang batas derajat abu-abu dapat diubah sesuai keinginan, mis. diinginkan menggunakan tingkat abu-abu 16, lalu hidup untuk membagi nilai derajat abu-abu dengan 16. Proses Thresholding adalah proses perubahan kuantisasi gambar, sehingga untuk melakukan Ambang dengan derajat abu-abu dapat digunakan rumus

$$X \frac{W}{B}$$

Dimana:

W adalah nilai derajat abu-abu sebelum Thresholding

B adalah jumlah derajat abu-abu yang diinginkan

X adalah nilai derajat abu-abu setelah Thresholding

Hasil dari penelitian ini adalah aplikasi smartphone yang dapat digunakan untuk mendeteksi retakan di jalan dengan algoritma cerdik dan fungsi ambang batas, aplikasi yang dirancang menggunakan Android Studio dan Android API 24 SDK.

### 3. Result and Discussion

Algoritma Canny adalah salah satu operator yang digunakan untuk deteksi tepi, dan operator ini seperti Sobel operator. Algoritma konvolusi cerdik yang melibatkan kernel cerdik dan konvolusi dilakukan dengan pixel nilai

gambar yang akan diproses, gambar 2 di bawah ini akan menguji deteksi tepi.[2]



Untuk proses mendeteksi retakan di jalan bisa dilihat pada kode pseudo berikut, kodennya adalah:

```
public void setLowThreshold(float threshold) {
    if (threshold < 0) throw new
        IllegalArgumentException();
    lowThreshold = threshold;
}

public float getHighThreshold() {return
    highThreshold; }

public void setHighThreshold(float threshold) {
    if (threshold < 0) throw new
        IllegalArgumentException();
    highThreshold = threshold; }

Arrays.fill(data, 0);

int offset = 0;
for (int y = 0; y < height; y++) {
    for (int x = 0; x < width; x++) {
        if (data[offset] == 0 &&
            magnitude[offset] >= high) {

```

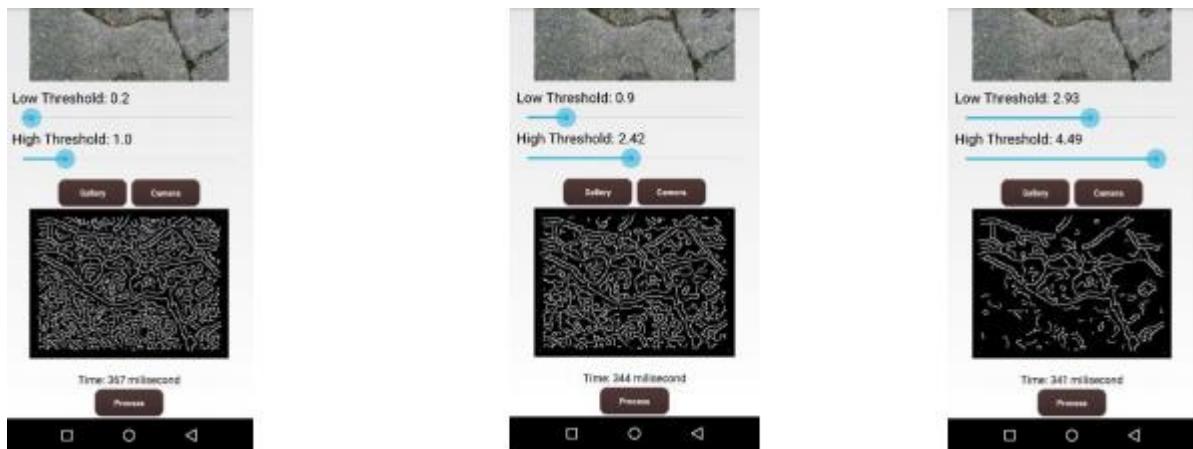
```
            follow(x, y, offset, low);
        }
        offset++;
    } }
private void follow(int x1, int y1, int i1,
    int threshold) {
    int x0 = x1 == 0 ? x1 : x1 - 1;
    int x2 = x1 == width - 1 ? x1 : x1 + 1;
    int y0 = y1 == 0 ? y1 : y1 - 1;
    int y2 = y1 == height - 1 ? y1 : y1 + 1;
    data[i1] = magnitude[i1];
    for (int x = x0; x <= x2; x++) {
        for (int y = y0; y <= y2; y++) {
            int i2 = x + y * width;
            if ((y != y1 || x != x1)
                && data[i2] == 0
                && magnitude[i2] >= threshold) {
                follow(x, y, i2, threshold);
            }
        }
    }
}
```

Kode pseudo di atas adalah beberapa proses penting untuk mendeteksi jalur retak dengan algoritma cerdik dan fungsi ambang batas. Hasil proses deteksi tepi dari gambar 2 dengan menggunakan Algoritma canny dapat dilihat pada gambar 3 di bawah ini:



Berdasarkan proses algoritma cerdik yang telah dijelaskan dan diimplementasikan dalam berbasis

mobile aplikasi deteksi tepi, hasilnya dapat dilihat pada gambar 4 di bawah ini:



Pada Gambar 4 ada beberapa hasil dari proses deteksi tepi dengan objek yang sama tetapi berbedahasil ketika nilai ambang diganti, sehingga dapat disimpulkan bahwa deteksi tepi menghasilkan gambar dengan algoritma cerdik dapat mempengaruhi ketika nilai ambang pada gambar berubah, dan proses ini juga mempengaruhi waktu proses deteksi tepi. Hasil deteksi kerusakan jalan dengan menggunakan algoritma cerdik dan fungsi ambang menghasilkan cepatcukup ketika menggunakan aplikasi karena setiap objek gambar berubah menjadi gambar skala abu-abu, lalu dengan menentukan nilai ambang minimum dan maksimum dapat mengurangi kesalahan deteksi

benda yang bukan bagian dari kerusakan jalan

#### A. Seleksi Paper

Hasil pencarian dalam database yang dipilih memberikan total 20 paper yang ditulis dalam bahasa Inggris dari tahun 2009 hingga 2019, cocok dengan kata kunci yang perlu dianalisis. Selanjutnya, paper-paper tersebut disaring berdasarkan judul, abstrak, dan kata kunci. Tersisa 18 paper yang kemudian ditinjau berdasarkan teks engkapnya, sebanyak 8 paper dibuang karena tidak memenuhi criteria. Akhirnya terpilih 10 paper yang memenuhi kriteria kelayakan dan

menjadi bahan dalam systematic review ini

### B. Karakteristik Paper

Demografi Item data dari 10 paper yang dipilih menunjukkan bahwa

paper-paper tersebut dapat diklasifikasi menjadi beberapa buah berdasarkan isi penelitian yang terdapat pada paper tersebut. Secara garis besar klasifikasinya berdasarkan pada topik tinjauan yang

N o	Judul	Penulis	Metode	Hasil	Komentar
1	PERANCANGAN SISTEM DETEKSI KERUSAKAN ASPAL JALAN MELALUI VIDEO MENGGUNAKAN FAST FOURIER TRANSFORM	(Irawan et al., 2016)	K-NEAREST NEIGHBOR	Berdasarkan hasil percobaan, sistem survei menggunakan video-image processing dengan melakukan ekstraksi frame-frame citra pada rekaman video aspal jalan dimana hasil penjumlahan nilai Fast Fourier Transform pada citra, menggunakan 10-fold cross validation serta perbandingan data 70:30 dengan classifier Support Vector Machine (SVM) dengan bantuan software WEKA dan Matlab diperoleh akurasi sebesar 98%.	Dengan membandingkan dua metode yaitu Naive Bayes dan K-NEAREST NEIGHBOR di dapatkan nilai terbaik adalah KNN, karena dalam pengklasifikasi citra aspal dalam 4 kriteria kondisi aspal jalan yaitu baik, sedang, rusak ringan, dan rusak berat dengan fitur yang memanfaatkan tiga, lima, dan tujuh area hasil penjumlahan nilai Fast Fourier Transform pada citra, menggunakan 10-fold cross validation serta perbandingan data 70:30 dengan classifier Support Vector Machine (SVM) dengan bantuan

					software WEKA dan Matlab diperoleh akurasi sebesar 98%.
2	PENGGUNAAN PENGOLAHAN CITRA DIGITAL DENGAN ALGORITMA EDGE DETECTION DALAM MENGIDENTIFIKASI KERUSAKAN KONTUR JALAN	(Suryowinto & Hamid, 2017)	ROI (Region Of Interest)	Data hasil pengujian sistem akuisisi data didapatkan dari percobaan yang dilakukan pada 2 waktu yang berbeda, dengan kriteria penelitian sebagai berikut, jalan tanpa marka dengan tanpa bayangan pohon, Waktu pengujian dilakukan dari jam 10.00 WIB s/d 14.00 WIB. Pengujian dapat mengidentifikasi lubang dengan tingkat keberhasilan 80% namun mengalami kegagalan identifikasi dengan tingkat sebesar 15%. Tidak terdeteksi jalan ini karena posisi kamera yang berubah,	Dari penelitian yang dilakukan dapat diambil dari beberapa percobaan yang dilakukan pada penelitian ini adalah Sistem deteksi lubang yang dibuat memiliki tingkat keberhasilan 85% untuk pengujian sistem dalam meneteksi citra diam pada lubang jalan raya tanpa marka dan bayangan pohon dan kendaraan lain dengan kondisi penerangan siang hari cuaca cerah

				sehingga saat pengambilan citra, kurang fokus, yang disebabkan oleh kontur jalan yang kurang rata	
3	DETEKSI KERETAKAN PERMUKAAN PERKERASAN LENTUR JALAN RAYA (STUDI KASUS: TANAH LUNAK DI BANJARMASIN)	(Prakoso et al., 2019)	Gray level Co-occurrence matrix & Neural Network	Hasil dan Evaluasi Hasil dari klasifikasi untuk deteksi jalan adalah 60% untuk hasil akurasi dan 50% untuk recall dan precision. Hasil ini dapat dilihat dari script performance vector hasil RapidMiner	Penerapan dengan fitur Gray level Co-occurrence matrix & Neural Network untuk deteksi cracking jalan dapat diterapkan dengan baik. Ekstraksi fitur GLCM dan metode Neural Network dapat digunakan pada system evaluasi jalan dengan cerdas
4	Deteksi Objek Lubang pada Citra Jalan Raya menggunakan Pengolahan Citra Digital	(Yusuf Budiarto & Sutikno, 2017)	Backpropagation	Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa besar learning rate (laju pembelajaran) dan jumlah data pelatihan berpengaruh terhadap akurasi deteksi jalan berlubang. Pada proses deteksi objek lubang pada citra jalan, teknik yang	Jaringan syaraf tiruan backpropagation dan pengolahan citra yang terdiri dari proses resize, grayscalling, deteksi tepi, dan thresholding mampu mendeteksi lubang pada citra jalan raya. Nilai laju pembelajaran dan jumlah data pelatihan mempengaruhi

				<p>digunakan sudah mampu mendeteksi keberadaan lubang pada jalan. Hanya saja, tekstur jalan yang tidak rata mengakibatkan detector menganggap tekstur jalan tersebut sebagai obek lubang. Selain itu dari ketiga pengujian gambar 6,7, dan 8 dengan penambahan data pelatihan berpengaruh pada peningkatan peningkatan deteksi. Hal ini terlihat pada setiap pengujian dengan memberikan jumlah data pelatihan 75 terdapat lubang jalan yang tidak terdeteksi, sedangkan pemberian jumlah data pelatihan 150 dan 100 teknik yang digunakan mampu mendeteksi semua lubang jalan.</p> <p>hasil dari deteksi.</p>
--	--	--	--	--

5	Sistem Temu Kembali Citra Lubang Jalan Aspal Berdasarkan Tingkat Kerusakan Menggunakan Ekstraksi Fitur Gray Level Co-occurrence Matrix	(Arum Sari & Dewi, 2018)	Metode Ekstraksi Tekstur	Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, penggunaan ekstraksi fitur tekstur saja dalam sistem temu kembali citra lubang jalan berdasarkan tingkat kerusakan masih kurang dapat memberikan hasil citra temu kembali dengan tingkat kerusakan yang sesuai dengan citra query. Hal ini berdasarkan dari nilai rata-rata akurasi yang masih rendah yaitu 44,77% dan nilai MAP 0,558. Akurasi	Penggunaan metode seleksi fitur Wrapper pada ekstraksi fitur tekstur GLCM d=1 mampu meningkatkan performa dari sistem temu kembali citra lubang jalan aspal
6	Road Damage Detection Using Deep Neural Networks with Images Captured Through a Smartphone	(Maeda et al., 2018)	Neural Network	Based on the results, in the best-detectable category, we achieved recalls and precisions greater than 75% with an inference time of 1.5 s on a smartphone	Dengan metode inspeksi jalan sederhana yang hanya menggunakan smartphone akan berguna di daerah di mana para ahli dan sumber daya keuangan kurang. menggunakan
7	Camera-Based Road Damage Detection System with Edge Detection Algorithm	(Nahari et al., 2019)		The road damage detection system using	Dengan Sistem deteksi kerusakan jalan

				canny edge detection method had the average success rate (of the six tested road locations) of 76%	menggunakan metode deteksi tepi cerdik memiliki tingkat keberhasilan rata-rata (dari enam lokasi jalan yang diuji) sebesar 76%.
8	Damropo (Damage Roads Patrol): Aplikasi Pendekripsi Jalan Rusak Memanfaatkan Accelerometer pada Smartphone	(Hartono et al., 2017)	metode gambar dua dimensi, metode getaran, dan metode 3D reconstruction	Hasil di atas menunjukkan bahwa sistem sudah stabil untuk mengenali jalan rusak. Dengan nilai presisi 88% dan recall 95%, menghasilkan F-score 0,92 yang menandakan bahwa sistem memiliki akurasi yang tinggi.	Agar sistem memiliki kinerja yang baik dalam mendekripsi jalan rusak harus menggunakan ketiga parameter filter yaitu: tz, tx, dan ts. Karena ketiga parameter tersebut dapat mendekripsi bagian yang bukan merupakan jalan rusak, seperti polisi tidur, sambungan siar muai, persimpangan jalan, dan lain-lain. Sehingga kejadian yang lolos dari ketiga filter tersebut dapat dipastikan sebagai jalan rusak dengan persentase keberhasilan tinggi

9	Morphological Image Processing for Road Anomalies Detection Using 2D Images and Video Data	(Danilescu & Rusu, 2015)	algoritma morfologi.	The proposed algorithm for the road detection using watershed algorithm has shown good results	Algoritma yang diusulkan untuk deteksi jalan menggunakan algoritma DAS telah menunjukkan hasil yang baik
10	ROAD DAMAGE ASSESSMENT FOR FLEXIBLE PAVEMENT USING DIGITAL IMAGE PROCESSING	(Ayu et al., 2019)		By using SPSS, it can be known the validation, how valid is the value of road damage in digital image against the value of damage visually. There	Nilai kerusakan rata-rata secara visual adalah 110,4, sedangkan nilai rata-rata kerusakan digital adalah 107.136. Ada korelasi kuat antara nilai

#### 4. Kesimpulan

Kesimpulan yang diharapkan dari penelitian ini adalah untuk menyediakan aplikasi deteksi jalan yang rusak untuk menganalisis dan memprediksi jalan yang rusak dan mencegah kecelakaan yang disebabkan oleh kerusakan jalan, dengan menerapkan aplikasi ini pada ponsel pintar masyarakat, masyarakat dapat dengan mudah memberi tahu pemerintah pusat atau daerah

Algoritma Canny yang diterapkan pada aplikasi seluler dapat digunakan untuk mendeteksi kerusakan di jalan baik dengan hasil yang akurat, tetapi juga dengan menambahkan fungsi ambang batas pada gambar dapat mengetahui retakan dalam

#### Daftar Pustaka

[1] (Mohan N et al., 2017), Detection and Quantification of Road Surface Damage

using Digital Image Processing Techniques.

[2] (Gunawan et al., 2018), Mobile Application Detection of Road Damage using Canny Algorithm

[3] (Danilescu & Rusu, 2015), Morphological Image Processing for Road Anomalies Detection Using 2D Images and Video Data

[4] (Hartono et al., 2017), Damropa (Damage Roads Patrol): Aplikasi Pendekripsi Jalan Rusak Memanfaatkan Accelerometer pada Smartphone

[5] (Maeda et al., 2018), Road Damage Detection Using Deep Neural Networks with Images Captured Through a Smartphone

[6] (Arum Sari & Dewi, 2018), Sistem Temu Kembali Citra Lubang Jalan Aspal Berdasarkan Tingkat Kerusakan Menggunakan Ekstraksi Fitur Gray Level Co-occurrence Matrix Improved Linear

Regression View project IT for Agriculture  
View project

[7] Penggunaan Pengolahan Citra Digital dengan Algoritma Edge Detection dalam Mengidentifikasi Kerusakan Kontur Jalan.

[8] (Yusuf Budiarto & Sutikno, 2017), Deteksi Objek Lubang pada Citra Jalan Raya menggunakan Pengolahan Citra Digital.

[9] (Ayu et al., 2019), Road Damage Assesment for Flexible Pavement Using Digital Image Processing