

## SISTEM PENDETEKSI KERUSAKAN JALAN ASPAL MENGGUNAKAN CANNY EDGE DETECTION

Farhan Aditya Rafi<sup>1</sup>, Adriana Fanggidae<sup>2</sup>, dan Yulianto Triwahyuadi Polly<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Ilmu Komputer, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adi Sucipto Kupang, Indonesia

<sup>1</sup>Email: [farhanadityarafi@gmail.com](mailto:farhanadityarafi@gmail.com)

<sup>2</sup>Email: [adrianafanggidae@staf.undana.ac.id](mailto:adrianafanggidae@staf.undana.ac.id)

<sup>3</sup>Email: [yuliantopolly@staf.undana.ac.id](mailto:yuliantopolly@staf.undana.ac.id)

### ABSTRAK

Jalan adalah akses bagi manusia untuk berpindah tempat, menghubungkan suatu tempat ke tempat yang lain, dan berfungsi sebagai prasarana transportasi. Frekuensi penggunaan jalan sangat tinggi dan dilalui oleh para pengguna jalan termasuk mereka yang menggunakan kendaraan baik itu kendaraan kecil, sedang, dan besar. Namun, kondisi jalan tidak selalu mulus dan seringkali terdapat kerusakan pada beberapa ruas jalan. Faktor-faktor seperti air, cuaca, perubahan suhu, ketidakstabilan kondisi tanah dasar, temperatur udara, proses pemadatan yang kurang baik di atas lapisan tanah dasar, dan tonase atau kendaraan-kendaraan berat yang mempunyai muatan yang melebihi kapasitas, serta peningkatan volume kendaraan, dapat menyebabkan kerusakan jalan. Kerusakan jalan dapat menurunkan pendapatan ekonomi dan meningkatkan angka kecelakaan. Jenis kerusakan jalan aspal seperti jalan bergelombang, jalan berlubang, retak, dan genangan aspal dapat menyebabkan bahaya bagi pengguna jalan. Namun, jalan berlubang merupakan jenis kerusakan yang sering menyebabkan terjadinya kecelakaan. Penelitian ini menggunakan metode Canny *Edge Detection* untuk mendeteksi kerusakan jalan aspal. Ukuran minimal objek yang dapat dideteksi sebagai kerusakan jalan adalah 15x15 piksel dan maksimal sebesar 290x540 piksel. Pengujian dilakukan pada 65 data primer dan 35 data sekunder, dan diperoleh rata-rata akurasi sebesar 90,5% dan 88% berturut-turut.

Kata kunci: jalan aspal, kerusakan jalan, Canny *edge detection*

### ABSTRACT

Road is a means of access for humans to move from one place to another, connecting one place to another, and serves as a transportation infrastructure. The frequency of road usage is very high and is passed by road users including those who use vehicles, whether small, medium, or large. However, road conditions are not always smooth and often there are damages in some sections of the road. Factors such as water, weather, temperature changes, unstable subgrade conditions, air temperature, poor compaction processes on the subgrade layer, and overloaded heavy vehicles can cause road damage. Road damage can reduce economic revenue and increase accident rates. Types of asphalt road damage such as waves, potholes, cracks, and asphalt puddles can cause hazards to road users. However, potholes are the most common type of damage that can cause accidents. This study used the Canny edge detection method to detect asphalt road damage. The minimum object size that can be detected as road damage is 15x15 pixels and a maximum of 290x540 pixels. Testing was carried out on 65 primary data and 35 secondary data, and an average accuracy of 90.5% and 88% were obtained respectively.

Keywords: asphalt road, road damage, Canny edge detection

### 1. PENDAHULUAN

Jalan merupakan jalur akses yang menghubungkan suatu kawasan dengan kawasan lainnya yang dapat dilalui oleh pengguna jalan, meliputi kendaraan kecil, sedang, dan besar. Kualitas jalan dapat mengalami penurunan akibat air, cuaca, perubahan suhu, tidak stabilnya kondisi tanah dasar, temperatur udara, kurang baiknya proses pemadatan di atas lapisan tanah dasar, dan tonase atau kendaraan-kendaraan berat yang mempunyai muatan yang melewati kapasitas, serta semakin meningkatnya volume kendaraan [1]. Kondisi jalan yang mengalami kerusakan dapat mengganggu kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan, serta dapat menghambat perekonomian. Terdapat beragam jenis kerusakan jalan, biasanya berupa gelombang (*corrugation*), lubang (*pothole*), genangan aspal di permukaan jalan (*bleeding*), dan retak-retak (*cracking*). Berdasarkan Data Direktorat Lalu Lintas (DitLanTas) tahun 2015, terdapat sekitar 24 ribu kejadian kecelakaan di jalan yang mana terbanyak disebabkan oleh jalan berlubang. Deteksi kerusakan jalan melalui tangkapan kamera dapat dilakukan dengan mendeteksi adanya garis tepi yang tebal. Pada pengolahan citra digital, garis tebal ini dapat dideteksi menggunakan metode *edge detection*. Pada penelitian oleh [2] digunakan Canny *edge detection* dan deteksi kontur untuk mendeteksi lubang di jalan

dalam mode video dengan jarak pengambilan antara 2 sampai 20 meter dan kecepatan kurang dari 60 km/jam. Pendekatan ini memiliki tingkat presisi sebesar 81,8% dan *recall* sebesar 74,4%. Pada penelitian yang dilakukan oleh [3], terdapat 2 tahapan untuk mendeteksi lubang di jalan yaitu segmentasi menggunakan *edge detection*, dan validasi jalan berlubang dengan cara membandingkan citra jalan biasa dan citra yang ditinjau. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa Canny *edge detection* merupakan metode terbaik bila dibandingkan dengan metode Sobel dan Prewitt. Penelitian [2] dan [3] tidak melibatkan pelatihan untuk deteksi lubang di jalan. Pada penelitian ini dilakukan deteksi lubang di jalan aspal tanpa melibatkan pelatihan, tahapannya yaitu *resizing*, *grayscale*, Otsu *thresholding*, dilasi dan pelabelan.

## 2. MATERI DAN METODE

### Resizing

Dalam pengolahan citra digital, ukuran citra menjadi sangat penting. Ukuran citra yang kecil membutuhkan waktu komputasi yang lebih sedikit untuk diolah ke tahapan selanjutnya. *Nearest neighbor* merupakan metode *resizing* yang paling sederhana. Algoritma *nearest neighbor* [4] dapat dilihat pada Gambar 1.

```
for i = 0 to tinggi_citra_tujuan-1
  for j = 0 to lebar_citra_tujuan-1
    x = ceil(j * (lebar_citra_asli / lebar_citra_tujuan))
    y = ceil(i * (tinggi_citra_asli / tinggi_citra_tujuan))
    citra_tujuan(i,j) = citra_asli(y,x)
  end
end
```

Gambar 1. Algoritma *nearest neighbor*

### Grayscale

Citra *grayscale* adalah citra yang memiliki satu kanal warna 8 bit dengan rentang nilai mulai dari 0 hingga 255. Citra dengan satu kanal warna lebih mudah untuk diolah dibandingkan citra dengan tiga kanal warna seperti citra RGB. Persamaan konversi citra RGB ke citra *grayscale* dapat menggunakan Persamaan 1 [5],

$$g(x, y) = 0.2125R(x, y) + 0.7154G(x, y) + 0.0721B(x, y) \dots\dots\dots(1)$$

di mana:

- $g(x, y)$  : intensitas piksel citra hasil *grayscale* pada koordinat  $x, y$ .
- $R(x, y)$  : intensitas piksel pada kanal  $R$  di koordinat  $x, y$ .
- $G(x, y)$  : intensitas piksel pada kanal  $G$  di koordinat  $x, y$ .
- $B(x, y)$  : intensitas piksel pada kanal  $B$  di koordinat  $x, y$ .

### Otsu thresholding

Pada tahun 1979 Nobuyuki Otsu memperkenalkan Otsu *thresholding* yang bertujuan untuk membagi histogram citra *grayscale* secara otomatis ke dalam dua kelas yang berbeda (*background* dan *foreground*) tanpa bantuan *user*. Bentuk umum dari *thresholding* dapat dilihat pada Persamaan 2 [6],

$$t(x, y) = \begin{cases} 1 & g(x, y) \geq T \\ 0 & g(x, y) < T \end{cases} \dots\dots\dots(2)$$

dimana:

- $t(x, y)$  : intensitas piksel citra hasil *thresholding* pada koordinat  $x, y$
- Nilai  $T$  : nilai ambang yang dicari dengan menggunakan algoritma Otsu *thresholding* [7] seperti pada Gambar 2.

### Canny Edge Detection

Canny *edge detection* diperkenalkan oleh John F. Canny pada tahun 1986. Canny *edge detection* adalah salah satu operator deteksi tepi yang memiliki banyak tahapan di dalam algoritmanya. Ada beberapa tahapan dalam Canny *edge detection* [8] yaitu:

1. Pengurangan *noise* dengan Gaussian filter
2. Perhitungan *gradient amplitude* dan *gradient direction*
3. *Non-maximum suppression*
4. *Select the hysteresis threshold*

### Dilasi

Dilasi merupakan salah satu operasi morfologi yang bertujuan melakukan penebalan pada citra biner. Dilasi sangat bermanfaat untuk menghubungkan kembali objek yang terputus setelah melewati

beberapa tahapan pengolahan citra. Hasil operasi dilasi tergantung pada bentuk dan ukuran *structure element* (strel). Pemilihan strel yang sesuai dapat memberikan operasi morfologi yang lebih baik pada citra input [9]. Persamaan 3 adalah operasi dari dilasi,

$$D(C, S) = C \oplus S \dots\dots\dots (3)$$

di mana:

- $D$  : citra hasil dilasi
- $C$  : citra hasil Canny *edge detection*
- $S$  : strel

**Pelabelan**

Pelabelan adalah proses pemberian label pada suatu objek atau kelompok. Suatu piksel dikatakan bagian dari suatu kelompok jika memiliki relasi *8-neighbors*. Pelabelan menggunakan relasi *8-neighbors* memiliki struktur seperti Gambar 3.

1.  $T = 0$
2. Hitung *weight* dari kelas *background*  $W_b$
3. Hitung *mean* dari kelas *background*  $\mu_b$
4. Hitung *variance* dari kelas *background*  $\tau_b^2$
5. Hitung *weight* dari kelas *foreground*  $W_f$
6. Hitung *mean* dari kelas *foreground*  $\mu_f$
7. Hitung *variance* dari kelas *foreground*  $\tau_f^2$
8. Hitung *within class variance*  $\tau_w^2 = W_b\tau_b^2 + W_f\tau_f^2$
9. Ulangi langkah 2 hingga 8 sampai  $T = 255$
10. Nilai  $T$  terpilih adalah yang memiliki nilai  $\sigma_w^2$  paling minimum

Gambar 2. Algoritma Otsu *thresholding*

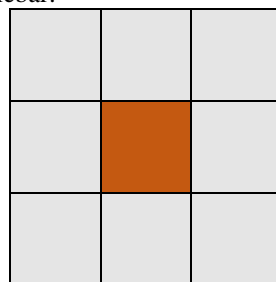
$p(x - 1, y - 1)$	$p(x - 1, y)$	$p(x - 1, y + 1)$
$p(x, y - 1)$	$p(x, y)$	$p(x, y + 1)$
$p(x + 1, y - 1)$	$p(x + 1, y)$	$p(x + 1, y + 1)$

Gambar 3. Relasi *8-neighbors*

**3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Terdapat beberapa parameter yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

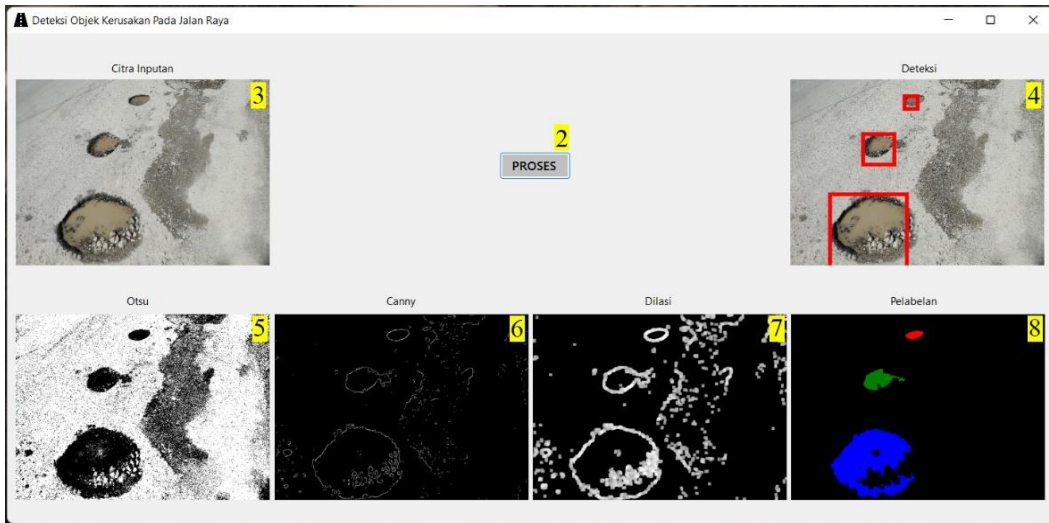
1. Pada Canny *edge detection* digunakan Gaussian *sigma* = 3 [10], *low threshold* = 0, dan *high threshold* = 150
2. Pada dilasi digunakan strel *square* dengan ukuran 3x3, seperti terlihat pada Gambar 4.
3. Pada pelabelan, suatu objek dikatakan sebagai objek kerusakan jalan jika memiliki ukuran minimal 15 piksel untuk panjang dan 15 piksel untuk lebar, serta maksimal 290 piksel untuk panjang dan 540 piksel untuk lebar.



Gambar 4. Strel *square* 3x3

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder, dimana untuk data primer diambil pada jarak 5-10 meter. Antar muka sistem yang dibangun dapat dilihat pada Gambar 5, penjelasan dari tiap-tiap bagian yaitu (2) *bottom* proses deteksi kerusakan jalan, (3) citra *input*, (4) citra hasil deteksi, (5) citra hasil Otsu *thresholding*, (6) citra hasil Canny *edge detection*, (7) citra hasil dilasi, dan (8) citra hasil pelabelan.

Pengujian dilakukan terhadap 65 data primer dan 35 data sekunder, dan hasilnya dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil pengujian sistem pada Tabel 1 menunjukkan sistem mampu mendeteksi kerusakan pada jalan aspal dengan rata-rata akurasi 89,25%. Data primer memberikan akurasi yang lebih baik terutama saat tidak ada objek lain seperti kendaraan, bayangan, pohon, dan sebagainya. Pada Tabel 2, terdapat beberapa contoh citra jalan aspal yang berhasil dideteksi adanya kerusakan.

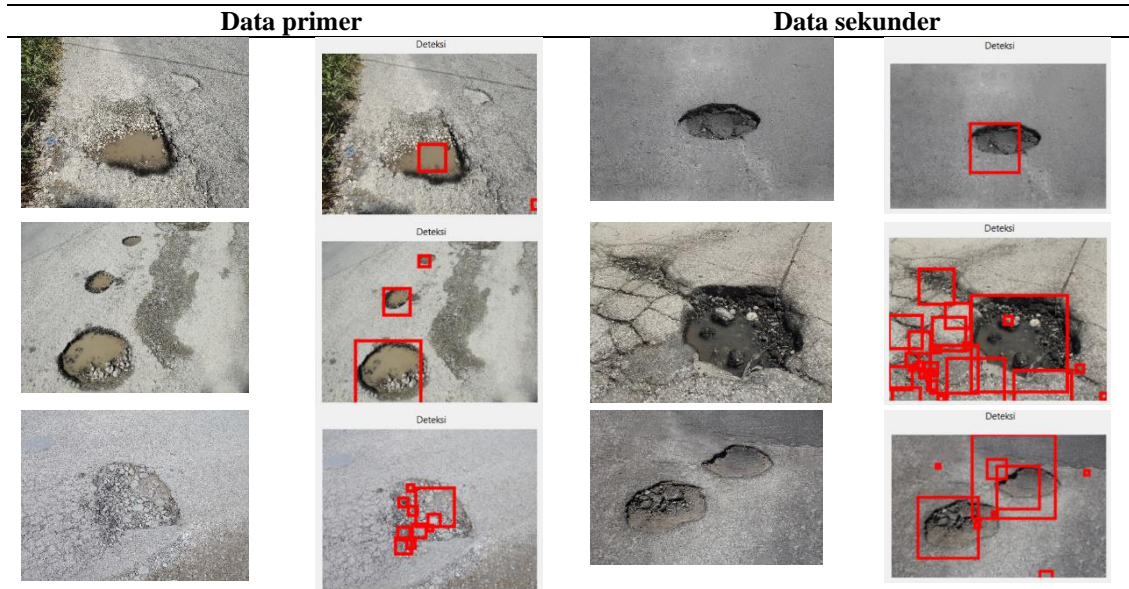


Gambar 5. Antarmuka sistem

Tabel 1. Hasil pengujian sistem

Data	Kondisi	Pengujian	
		Berhasil	Gagal
Primer (65)	Citra jalan aspal dalam kondisi rusak (35)	88%	12%
	Citra jalan aspal dalam kondisi baik (30)	93%	7%
Rata-rata keberhasilan data primer		90,5%	
Sekunder (35)	Citra jalan aspal dalam kondisi rusak (25)	96%	4%
	Citra jalan aspal dalam kondisi baik (10)	80%	20%
Rata-rata keberhasilan data sekunder		88%	
Rata-rata akurasi keseluruhan		89,25%	

Tabel 2. Citra berhasil terdeteksi

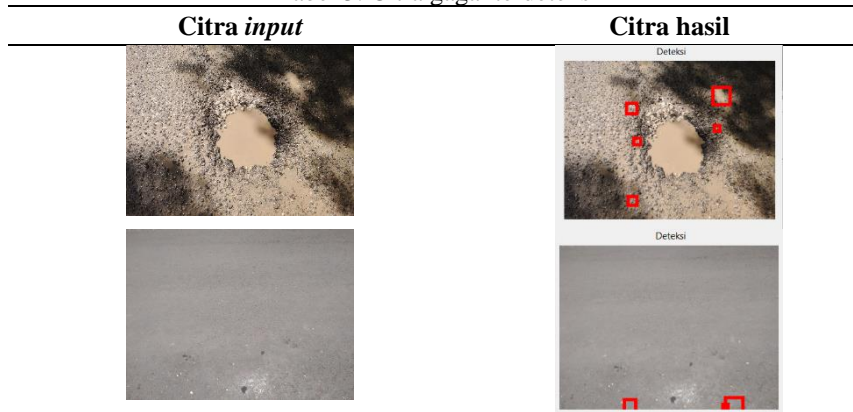




Pada Tabel 3, sistem mengalami kegagalan dalam mendeteksi kerusakan pada jalan aspal. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain:

1. Adanya bayangan atau objek lain, baik di dalam maupun di luar jalan, serta tekstur aspal, dan citra yang tidak jelas.
2. Parameter ukuran minimal objek mempengaruhi akurasi hasil deteksi, sehingga adanya bercak pada jalan dapat salah dideteksi sebagai kerusakan.

Tabel 3. Citra gagal terdeteksi



#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dalam penelitian ini, deteksi kerusakan pada jalan aspal dilakukan dengan mencari kandidat objek menggunakan *Canny edge detection*. Kandidat objek tersebut difilter dengan pelabelan, dimana objek kerusakan diidentifikasi sebagai objek yang memiliki ukuran minimal 15x15 piksel dan maksimal 290x540 piksel. Pengujian dilakukan terhadap 65 data primer dan 35 data sekunder, dengan hasil rata-rata akurasi masing-masing sebesar 90,5% dan 88%. Dari hasil tersebut, rata-rata akurasi keseluruhan mencapai 89,25%. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk melakukan tahapan filterisasi objek lain yang tidak terkait dengan kerusakan pada jalan aspal.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. Yudaningrum and Ikhwanudin, "Identifikasi Jenis Kerusakan Jalan (Studi Kasus Ruas Jalan Kedungmundu-Meteseh)," *TEKNIKA*, vol. 12, no. 2, pp. 16–23, 2017, doi: <http://dx.doi.org/10.26623/teknika.v12i2.638>.
- [2] S. Nienaber, M. J. Booysen, and Rs. Kroon, "Detecting Potholes Using Simple Image Processing Techniques and Real-World Footage," in *South African Transport Conference*, Jul. 2015, pp. 893–902, doi: <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.3121.8408>.
- [3] S. Pawade, B. P. Fuladi, and L. A. Hundikar, "FPGA Based Intelligent Potholes Detection System," *Int. J. Innov. Res. Comput. Commun. Eng.*, vol. 3, no. 3, pp. 2285–2290, 2015.
- [4] C. Suresh, S. Singh, R. Saini, and A. K. Saini, "A Comparative Analysis of Image Scaling Algorithms," *Int. J. Image, Graph. Signal Process.*, vol. 5, no. 5, pp. 55–62, Apr. 2013, doi: <http://dx.doi.org/10.5815/ijgisp.2013.05.07>.
- [5] L. Tonietto and M. Walter, "Morphing textures with texton masks," in *Proceedings. 17th Brazilian Symposium on Computer Graphics and Image Processing*, 2004, pp. 348–353, doi: <http://dx.doi.org/10.1109/SIBGRA.2004.1352980>.
- [6] V. Sucharita, S. Jyothi, and D. Mamatha, "Evaluation of the Digital images of Penaeid Prawns Species Using Canny Edge Detection and Otsu Thresholding Segmentation," *Int. J. Emerg. Technol. Comput. Appl. Sci. (IJETCAS)*, vol. 6, no. 2, pp. 117–121, 2013, [Online]. Available: <http://www.iasir.net/IJETCASpapers/IJETCAS13-526.pdf>. [Accessed Mar. 24, 2023].
- [7] A. Greensted, "Otsu Thresholding," *The Lab Book Pages*, 2010. [Online]. Available:

- <http://www.labbookpages.co.uk/software/imgProc/otsuThreshold.html>.
- [8] Z. Xu, X. Baojie, and W. Guoxin, "Canny edge detection based on Open CV," in *2017 13th IEEE International Conference on Electronic Measurement & Instruments (ICEMI)*, Oct. 2017, vol. 2, no. 1, pp. 53–56, doi: <https://doi.org/10.1109/ICEMI.2017.8265710>.
- [9] K. A. M. Said and A. B. Jambek, "Analysis of Image Processing Using Morphological Erosion and Dilation," *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 2071, no. 1, p. 012033, Oct. 2021, doi: <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/2071/1/012033>.
- [10] M. Králik and L. Ladányi, "Canny Edge Detector Algorithm Optimization Using 2D Spatial Separable Convolution," *Acta Electrotech. Inform.*, vol. 21, no. 4, pp. 36–43, 2021, doi: <https://doi.org/10.2478/aei-2021-0006>.