

Sistem Pendeteksi Kerusakan Jalan Berbasis Kamera dengan Algoritma *Edge Detection*

¹ Hairul Anam S, ² Riza Alfita, ³ Kunto Aji Wibisono

^{1,2,3} Jurusan Teknik Elektro, Universitas Trunojoyo Madura, Bangkalan
¹hairulanams23@gmail.com, ²yogya_001@yahoo.co.id, ³kunto.elektro@gmail.com

Abstrak— Jalan merupakan salah satu prasarana transportasi yang penting bagi kendaraan bermotor untuk melakukan setiap aktifitas dalam berkendara. Dengan bertambahnya jumlah kendaraan bermotor setiap tahunnya, infrastruktur jalan perlu mendapat perhatian untuk kenyamanan dan keamanan pengguna jalan. Namun masih banyak kondisi jalan yang memprihatinkan, dimana banyak jalan yang rusak terutama jalan berlubang. Salah satu kendala keterlambatan dalam perbaikan jalan yaitu proses pendeteksian kerusakan jalan dilakukan dengan tenaga manusia sepenuhnya. Dengan cara seperti itu membutuhkan waktu yang relatif lama. Pada penelitian ini dikembangkan suatu sistem pendeteksi kerusakan jalan dengan menerapkan teknologi pengolahan citra dan juga pencatatan lokasi kerusakan jalan yang disimpan pada *database*. Sistem ini memanfaatkan *webcam* sebagai *vision* untuk pengambilan citra jalan secara *real-time* yang dipasang di bagian depan kendaraan dan *module* GPS untuk menentukan lokasi kerusakan jalan yang diolah oleh mikrokontroler Arduino uno. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan dari suatu sistem mendeteksi kerusakan jalan menggunakan metode deteksi tepi *Canny* dan rata-rata warna citra sebesar 76%.

Kata Kunci— Kerusakan jalan, pengolahan citra, deteksi tepi, *module* GPS, *database*

Abstract— Road is one of the transportation infrastructure which is very important for vehicle in riding activity. The vehicle is growing every year, road infrastructure should be getting attention for comfortable and safety in riding. However, many apprehensive road condition, many damaged roads especially potholes. One of the problem in repairing road is damaged road detection process which is done manually by the human, by this way the process needs a long time. This research is developed damaged road detection system by using image processing and damaged road mapping which is saved in *database*. This system using *webcam* for capturing the road in real time, *webcam* is located in front of vehicle and *GPS module* is used for marking damaged road location which is controlled by microcontroller arduino uno. Based on testing result shows the system succes to detect damaged road using the *Canny edge detection method* and the average color of the image about 76%.

Keywords— Damaged road, image processing, edge detection, *GPS module*, *database*

I. PENDAHULUAN

Kerusakan jalan yang terjadi pada jalan umum sangat sering dijumpai di berbagai daerah. Kondisi tersebut tentunya juga akan mengganggu kenyamanan dan membahayakan pengguna jalan tersebut. Kecelakaan seringkali terjadi karena pengendara tidak mampu mengontrol dan mengantisipasi jalan yang rusak tersebut, bahkan banyak juga yang sampai merenggut nyawa pengendara. Penyebab kerusakan jalan dapat disebabkan seringnya mobil truk yang melewati jalan dengan kelebihan muatan, seringnya tergenang air hujan dan kurangnya pemeliharaan jalan. Menurut Manual Pemeliharaan Jalan Bina Marga No. 03/MN/B/1983, kerusakan jalan diklasifikasikan atas: retak (*cracking*), distorsi, cacat permukaan (*disintegration*), pengausan (*polish aggregate*), kegemukan (*bleeding* atau *flushing*), penurunan bekas galian atau penanaman utilitas [1].

Salah satu akibat kerusakan jalan yaitu terjadinya kecelakaan. Petugas jalan dalam memperbaiki infrastruktur jalan masih dilakukan dengan tenaga manusia sepenuhnya, sehingga proses perbaikan jalan membutuhkan waktu yang relatif lama. Maka dari itu, dibuatlah sebuah judul penelitian yaitu sistem pendeteksian kerusakan jalan berbasis kamera dengan algoritma *edge detection*.

Berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Barsyah Dwi Idestio dan Tjokorda Agung B.W, (2013) pada jurnal yang berjudul: “Alternatif Pengukuran Luas Lubang Jalan Berbasis Data Video Menerapkan *Threshold-based Marking* dan *GLCM*”. Pada penelitian ini dikembangkan suatu sistem deteksi dan pengukuran kerusakan jalan khususnya lubang, berbasis data video, dengan menerapkan *threshold-based marking* dan *GLCM*. Sistem terdiri atas 2 tahapan, dimulai dengan mendeteksi kemungkinan area lubang menggunakan *threshold-based marking* dilanjutkan dengan klasifikasi berdasarkan vektor ciri yang diperoleh melalui *GLCM*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tingkat akurasi

sistem sebesar 91.67% dengan waktu proses 0.08 detik untuk setiap *frame* [2].

Pada penelitian sebelumnya juga oleh Rizki Anzhar Ramadlan Putra, dkk (2013) pada jurnal yang berjudul: "Implementasi Registrasi Citra Untuk Pencatatan Kondisi Jalan Raya dengan *Global Positioning System* (GPS)". Pada penelitian ini menggunakan kamera yang diletakkan di depan suatu kendaraan yang bertujuan untuk mempermudah dalam *scanning* jalan raya untuk dilakukan pengolahan citra, serta GPS yang akan menunjukkan posisi dalam setiap lokasi jalan raya yang dilalui kendaraan tersebut, dimana hasil dari pengolahan citra ini akan di proses ke dalam *image registration* dengan tujuan untuk memperoleh bentuk citra yang baru sehingga pengguna dapat mengetahui secara detail kondisi jalan raya di setiap titik. Metode yang digunakan yaitu deteksi tepi *canny* dan transformasi garis *Hough*. Hasil *error* tertinggi yang didapatkan yaitu pada kondisi jalan sedikit retakan dan basah serta sistem ini dapat bekerja optimal pada laju kecepatan 10-20 km/jam dengan tingkat *error* rata-rata sebesar 33-38% [3].

Penelitian selanjutnya oleh Andy Suryowinoto dan Abdul Hamid (2017) pada jurnal yang berjudul: "Penggunaan Pengolahan Citra Digital Dengan Algoritma *Edge Detection* Dalam Mengidentifikasi Kerusakan Kontur Jalan". Sistem yang dibuat pada jurnal ini menggunakan proses pengolahan citra digital dengan metode yang digunakan untuk mengidentifikasi jalan berlubang menggunakan algoritma *edge detection canny*. Proses pengambilan citra dilakukan menggunakan kamera digital dengan resolusi 640x480 pixel. Dengan sistem ini dapat mengidentifikasi kerusakan kontur jalan khususnya jalan berlubang secara baik dengan akurasi diatas 80% pengambilan gambar diam [4].

Citra (Image)

Citra atau lebih dikenal dengan gambar dapat diartikan sebagai representasi atau kemiripan suatu objek. Citra dibagi menjadi dua macam: citra analog dan citra digital. Citra digital dibagi menjadi 3 jenis berdasarkan intensitasnya, antara lain:

a. Citra Warna (RGB)

Salah satu jenis citra berwarna adalah citra 8 bit, dimana citra 8 bit ini memiliki kriteria setiap piksel dari citra warna diwakili oleh 8 bit, jumlah warna

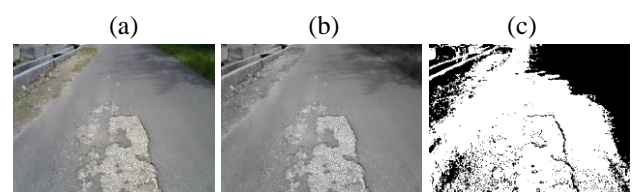
maksimum 256 warna. Citra warna memiliki matriks tiga dimensi, yaitu warna merah (*red*), hijau (*green*), dan biru (*blue*).

b. Citra *Grayscale*

Citra *grayscale* adalah citra atau gambar yang memiliki matriks satu dimensi dimana matriks tersebut berisi nilai yang menyatakan intensitas warna keabuan.

c. Citra Biner

Citra biner atau citra B&W (*black and white*) adalah citra yang memiliki matriks satu dimensi dimana matriks tersebut hanya berisi nilai 1 (putih) dan 0 (hitam).



Gambar 1. (a) Citra RGB, (b) Citra *Grayscale*, (c) Citra Biner

Deteksi Tepi (Edge Detection)

Tepi adalah perubahan nilai intensitas derajat keabuan yang mendadak besar dalam jarak yang singkat. Tepi menggambarkan suatu batas-batas objek dan karena itu tepi berguna untuk dilakukan proses segmentasi dan identifikasi objek dalam citra [5]. Terdapat beberapa jenis deteksi tepi yang sering digunakan, antara lain: sobel, canny, prewit, robert dan lain-lain, namun pada penelitian ini menggunakan deteksi tepi jenis *canny*. Jenis deteksi tepi *canny* mendeteksi tepi dengan mencari nilai gradient maksimal lokal dari sebuah citra. Untuk menghitung gradient dapat menggunakan persamaan 1.

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \dots \dots \dots (1)$$

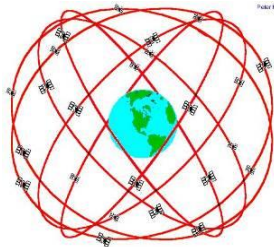
Dan sudut gradient dapat dihitung dengan persamaan 2.

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{G_y}{G_x} \right) \dots \dots \dots (2)$$

Dimana *G* adalah nilai gradient maksimum, *G_x* adalah nilai gradient citra horisontal, *G_y* adalah nilai gradient citra vertikal, dan *θ* adalah nilai sudut gradient.

Global Positioning System (GPS)

GPS (*Global Positioning System*) adalah sebuah sistem yang mampu menampilkan sebuah lokasi secara tepat di bumi, kapanpun, dalam kondisi apapun dan dimanapun. GPS yang telah dibangun dipandu oleh sekitar 24 satelit yang ditempatkan dalam orbit tertentu untuk melakukan fungsinya. Satelit mentransmisikan sinyal yang dapat ditangkap oleh siapapun yang dilengkapi dengan *GPS Receiver*. *GPS receiver* digunakan untuk menentukan lokasi saat berada di bumi. *GPS Receiver* yang digunakan pada penelitian ini adalah *Module GPS U-Block NEO 6M*.



Gambar 2. Ilustrasi Satelit Sistem GPS

Prinsip kerja GPS adalah pengukuran jarak (*range*) antara *GPS Receiver* dengan satelit. Semakin banyak jumlah satelit yang terkoneksi dengan *GPS Receiver* maka semakin akurat *GPS Receiver* dalam menampilkan suatu lokasi. Satelit juga memberikan informasi lokasi orbit dimana saat itu satelit berada diatas permukaan bumi [6].

Arduino Uno

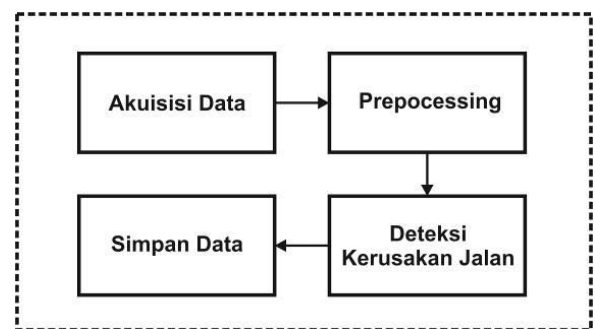
Arduino Uno adalah sebuah *board* mikrokontroler yang menggunakan ATmega328. Arduino Uno memiliki 14 pin masukan/keluaran digital (yang mana 6 dari 14 tersebut dapat digunakan sebagai keluaran PWM), 6 masukan analog, sebuah resonator keramik 16MHz, sebuah koneksi USB, sebuah *power jack*, sebuah *header ICSP*, dan sebuah tombol reset [7]. Arduino Uno ini digunakan untuk mengolah data *module* GPS yang nantinya dikirim ke komputer lewat komunikasi serial menggunakan koneksi kabel USB.



Gambar 3. Arduino Uno

II. METODE PENELITIAN

Sistem yang dirancang dalam penelitian ini yaitu mendeteksi kerusakan jalan dengan menerima masukan berupa data video jalan dari *webcam* dan diproses oleh komputer. Data citra dari video terdiri dari beberapa *frame* citra yang ditampilkan secara simultan, dan terus menerus diproses menggunakan teknik pengolahan citra untuk mendeteksi objek kerusakan jalan. Sistem ini terbagi menjadi dua proses, yaitu proses deteksi kerusakan jalan dan proses penyimpanan data ke *database*. Secara umum, cara kerja sistem dapat diilustrasikan seperti pada gambar 4 berikut ini.

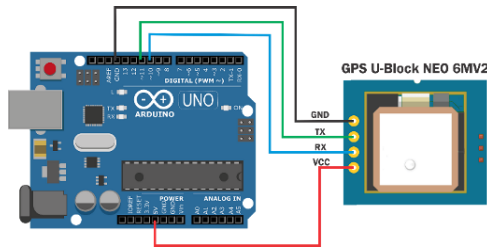


Gambar 4. Cara Kerja Sistem Secara Umum

Adapun penjelasan dari masing-masing blok pada gambar 4 adalah sebagai berikut.

- Akuisisi data, merupakan proses pengambilan data video dari *webcam* dan data *module* GPS yang diolah oleh Arduino Uno yang nantinya semua data akan diproses di komputer.
- *Preprocessing*, merupakan proses perbaikan citra untuk memaksimalkan ketika proses deteksi tepi. *Preprocessing* yang dilakukan adalah memotong bagian atas citra atau ROI (*Region of Interest*) dan konversi citra RGB ke citra *grayscale*.
- Deteksi kerusakan jalan, proses ini menggunakan deteksi tepi jenis *canny* dan menghitung nilai rata-rata warna citra pada setiap *frame* video.
- Simpan data, beberapa data yang disimpan pada *database* yaitu nilai *latitude* dan *longitude* GPS, serta gambar kerusakan jalan hasil *capture* sistem yang disimpan di komputer.

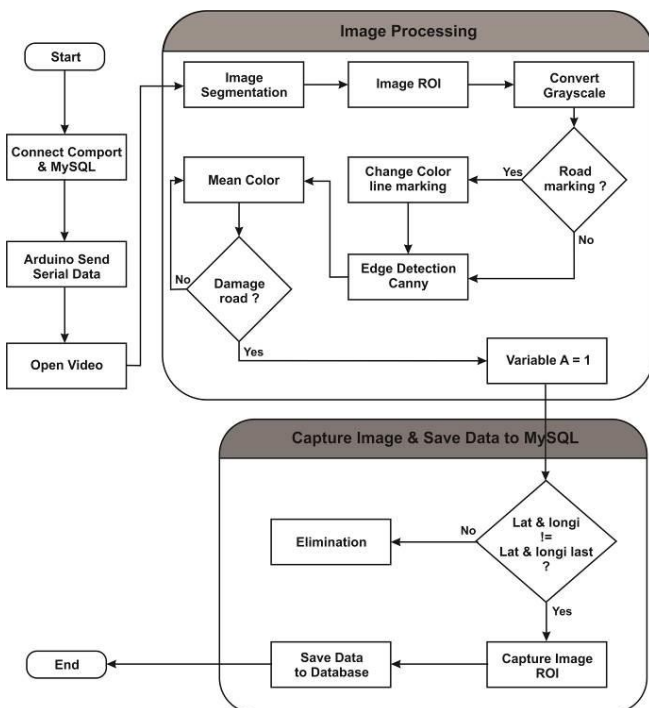
Perancangan *Module* GPS



Gambar 5. Skematik *Module* GPS dengan Arduino Uno

Dari gambar 5 dapat dijelaskan bahwa *Module* GPS U-Block NEO 6M memiliki 4 pin, yaitu: VCC, GND, RX dan TX. GPS ini membutuhkan *supply* tegangan 5 Volt dan GND, dimana keduanya tersedia oleh Arduino Uno. Untuk pin RX dan TX terhubung ke pin 10 dan 11 Arduino Uno.

Algoritma Sistem



Gambar 6. Algoritma Sistem

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian *Module* GPS

Pengujian pada *module* GPS dilakukan untuk mengetahui tingkat keakuratan *module* GPS U-Block NEO 6M yang digunakan dalam menampilkan titik *latitude* dan *longitude* suatu lokasi dan akan dibandingkan nilainya dengan GPS *smartphone*. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali dengan lokasi

yang berbeda-beda. Hasil dari pengujian ini dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Pengujian *Module* GPS

Lokasi	GPS U-Block NEO 6M	GPS <i>Smartphone</i>	Selisih
Gedung Pertemuan	lat: -7.126269	lat: -7.126289	0.000020
	longi: 112.725135	longi: 112.725194	0.000059
Kontrakan Gopal	lat: -7.134859	lat: -7.134918	0.000059
	longi: 112.716789	longi: 112.716836	0.000047
Gedung Cakra	lat: -7.129254	lat: -7.129281	0.000027
	longi: 112.724975	longi: 112.724941	0.000034

Pada tabel 1 menunjukkan perbandingan data *latitude* dan *longitude* yang didapatkan dari *module* GPS U-Block NEO 6M dan GPS *Smartphone*.



Gambar 7. Pengujian *Module* GPS

Pada gambar 7 merupakan pengujian *module* GPS untuk mendapatkan data *latitude* dan *longitude* suatu lokasi.

Pengujian Deteksi Kerusakan Jalan

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem mendeteksi objek kerusakan jalan. Pengujian dilakukan pada tiga kondisi jalan yang berbeda, yaitu: objek jalan tanpa marka tanpa bayangan, jalan bermarka tanpa bayangan, dan jalan tanpa marka atau bermarka dengan ada bayangan. Setiap kondisi jalan dilakukan dua pengujian di jalan yang berbeda dan kecepatan kendaraan ± 20 km/jam.

Pengujian pertama dilakukan pada objek jalan tanpa marka tanpa bayangan. Pengujian ini dilakukan pada jalan Pelabuhan Timur Kamal dan jalan arah Desa Labang, dimana data hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Data hasil pengujian pada objek jalan tanpa marka tanpa bayangan

Objek Kerusakan Jalan	Deteksi Tepi <i>Canny</i>	Keterangan
		Terdeteksi

		Terdeteksi
		Terdeteksi
		Terdeteksi
		Terdeteksi
		Terdeteksi namun gagal capture

Pengujian kedua dilakukan pada objek jalan bermarka tanpa bayangan. Pengujian ini dilakukan pada jalan Perumahan Graha sampai Gili Timur dan jalan Gili Timur sampai Perumahan Graha, dimana data hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Data hasil pengujian pada objek jalan bermarka tanpa bayangan

Objek Kerusakan Jalan	Deteksi Tepi Canny	Keterangan
		Terdeteksi
		Terdeteksi
		Terdeteksi
		Terdeteksi
		Terdeteksi
		Tidak Terdeteksi

Pengujian ketiga dilakukan pada objek jalan bermarka dan tanpa marka dengan ada bayangan. Pengujian ini dilakukan pada jalan raya Telang Asri dan

jalan area Kampus Trunojoyo Madura, dimana data hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 4.

Tabel 4. Data hasil pengujian pada objek jalan bermarka dan tanpa marka dengan ada bayangan

Objek Kerusakan Jalan	Deteksi Tepi Canny	Keterangan
		Terdeteksi
		Terdeteksi
		Terdeteksi
		Terdeteksi
		Tidak Terdeteksi
		Terdeteksi namun gagal capture

Dari keenam lokasi jalan yang telah dilakukan pengujian, berikut pada tabel 5 merupakan hasil presentase keberhasilan dan kegagalan deteksi objek kerusakan jalan pada tiap masing-masing lokasi.

Tabel 5. Hasil presentase keberhasilan dan kegagalan deteksi objek kerusakan jalan dari lokasi jalan yang telah diuji.

No	Lokasi Jalan	Presentase Keberhasilan (%)	Presentase Kegagalan (%)
1	Pelabuhan Timur Kamal	91,30 %	8,70 %
2	Arah Desa Labang	81,82 %	18,18 %
3	Perumahan Graha ke Gili Timur	76,66 %	23,34 %
4	Gili Timur ke Perumahan Graha	73,33 %	26,67 %
5	Jalan Raya Telang Asri	70,59 %	29,41 %
6	Area Kampus Trunojoyo Madura	66,67 %	33,33 %
Rata-rata (%)		76,73 %	23,27 %

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan

- a. Faktor-faktor yang mempengaruhi keberhasilan proses deteksi kerusakan jalan sangatlah kompleks, namun pada penelitian ini faktor yang mempengaruhi antara lain: adanya bayangan pohon yang membuat karakteristik kerusakan jalan hilang, keterlambatan *update* lokasi pada *module* GPS U-Blox NEO 6M, kendaraan yang lewat dan tertangkap pada kamera *webcam*, dan adanya sebagian karakteristik jalan berlubang yang sama dengan jalan normal.
- b. Sistem deteksi kerusakan jalan menggunakan metode deteksi tepi *canny* memiliki rata-rata tingkat keberhasilan dari keenam lokasi jalan yang telah dilakukan pengujian yaitu 76%.

Saran

- a. Menambahkan metode untuk mengklasifikasikan antara objek kerusakan jalan dan jalan normal setelah metode deteksi tepi *canny*.
- b. Menggunakan *module* GPS yang memiliki spesifikasi lebih baik dibandingkan *module* GPS U-Block NEO 6M terutama di bagian kecepatan *update* lokasi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kerusakan Jalan, <https://dewagede96.blogspot.co.id/2016/04/jenis-kerusakan-jalan-pada-perkerasan.html>, diakses 21 Oktober 2017.
- [2] Barsyah Dwi Idestio dan Tjokorta Agung B.W. "Alternatif Pengukuran Luas Lubang Jalan Berbasis Data Video Menerapkan Threshold-based Marking dan GLCM" Universitas Telkom, Jurnal INKOM: Vol.7 No.2, 2013, pp. 57-65.
- [3] R.A. Ramadlan Putra, R. Mardiyanto, dan D. Purwanto. "Implementasi Registrasi Citra Untuk Pencatatan Kondisi Jalan Raya Dengan Global Positioning System (GPS)". Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). 2013.
- [4] Andy Suryowinoto dan Abdul Hamid. "Penggunaan Pengolahan Citra Digital Dengan Algoritma Edge Detection Dalam Mengidentifikasi Kerusakan Kontur Jalan". Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya. 2017.
- [5] T.S. Prihartini dan P.N. Andono. "Deteksi Tepi Dengan Metode Laplacian of Gaussian Pada Citra Daun Tanaman Kopi". Universitas Dian Nuswantoro Semarang. 2015.
- [6] R.M. Siringoringo. "Design and Implementation Vehicle Monitoring Based on GPS and SMS". Universitas Telkom. e-Proceeding of Applied Science Vol.1, No.1 April 2015. ISSN 2442-5826, pp. 868-875.
- [7] S.Q. Aisyah, S.M. Nasution, dan A. Nugroho Jati. "Perancangan Dan Implementasi Sistem Akses Kontrol Pada Pintu Berbasis Teknologi Near Field Communication dengan Mikrokontroler Arduino Uno". Universitas Telkom. e-Proceeding of Engineering : Vol.2, No.2 Agustus 2015. ISSN 2355-9365, pp. 3436-3441.
- [8] Mandal Manisha, M. Katageri, M. Gandhi, Navin K. dan S. Sengupta. "Automated Management of Pothole Related Disasters Using Image Processing and Geotagging". Institut Teknologi Mumbai. International Journal of Computer Science & Information Technology (IJCSIT) Vol. 7 No 6. Desember 2015, pp. 97-106.
- [9] Seung-Ki Ryu, T. Kim, dan Young-Ro Kim. "Image-Based Pothole Detection System for ITS Service and Road Management System". Korea Institute of Civil Engineering and Building Technology. Hindawi Publishing Corporation Mathematical Problems in Engineering Vol. April 2015.