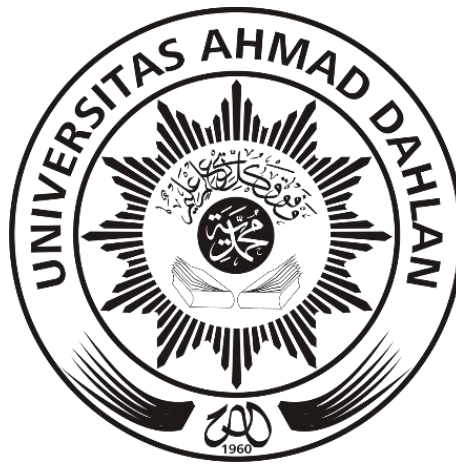


# **PERANCANGAN SISTEM ANALISATOR KERUSAKAN LUBANG JALAN BERBASIS CITRA DIGITAL**

**Skripsi**

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan mencapai  
derajat Sarjana Teknik**



**Oleh:**

**Muhammad Fathan Fauzan**

**1903022078**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS AHMAD DAHLAN  
YOGYAKARTA**

**2024**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**Skripsi**  
**PERANCANGAN SISTEM ANALISATOR**  
**KERUSAKAN LUBANG JALAN BERBASIS CITRA DIGITAL**

Yang diajukan oleh

Muhammad Fathan Fauzan  
1903022078

kepada

Program Studi Teknik Elektro  
Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Ahmad Dahlan

Telah disetujui untuk diuji oleh:

Pembimbing,



Ir. Phisca Aditya Rosyady, S.Si., M.Sc.  
NIPM.19910831 201810 111 1267310

**HALAMAN PENGESAHAN**

**SKRIPSI**

**PERANCANGAN SISTEM ANALISATOR  
KERUSAKAN LUBANG JALAN BERBASIS CITRA DIGITAL**

yang dipersiapkan dan disusun oleh

Muhammad Fathan Fauzan  
1903022078

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal 30 April 2024  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

**Susunan Dewan Penguji**

Ketua : Ir. Phisca Aditya Rosyady, S.Si., M.Sc. ....  
Anggota : 1. Ir. Son Ali Akbar, S.T., M.Eng. ....  
          : 2. Liya Yusrina Sabila, S.T., M.T. ....



Dekan



Fakultas Teknologi Industri  
Universitas Ahmad Dahlan



Prof. Dr. Ir. Siti Jamilatun, M.T.  
NIPM.19660812 199601 011 0784324

## PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Fathan Fauzan  
NIM : 1903022078  
Email : muhammad1903022078@webmail.uad.ac.id  
Fakultas : Teknologi Industri  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Tugas Akhir : Perancangan Sistem Analisator Kerusakan Lubang  
Jalan Berbasis Citra Digital

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Hasil karya yang saya serahkan ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan baik di Universitas Ahmad Dahlan maupun di institusi Pendidikan lainnya.
2. Hasil karya saya ini bukan saduran/ terjemahan melainkan gagasan, rumusan, dan hasil pelaksanaan penelitian/ implementasi saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain. Kecuali arahan pembimbing akademik, pembimbing tugas akhir dan narasumber penelitian.
3. Hasil karya saya ini merupakan hasil revisi terakhir setelah diajukan dan disetujui oleh pembimbing.
4. Dalam karya saya ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain. Kecuali yang digunakan sebagai acuan dalam naskah dengan menyebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya. Apabila dikemudian hari terbukti ada penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya saya ini, serta sanksi lain yang sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Universitas Ahmad Dahlan.

Yogyakarta, 30 April 2024



Muhammad Fathan Fauzan,

## PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Fathan Fauzan  
NIM : 1903022078  
Program Studi : Teknik Elektro  
Fakultas : Teknologi Industri

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi/tugas akhir yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri; bukan merupakan pengambilan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi/ tugas akhir ini hasil jiplakan maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Yogyakarta, 30 April 2024



Muhammad Fathan Fauzan

## PERNYATAAN PERSETUJUAN AKSES

Saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Muhammad Fathan Fauzan  
NIM : 1903022078  
Email : muhamad1903022078@webmail.uad.ac.id  
Fakultas : Teknologi Industri  
Program Studi : Teknik Elektro  
Judul Tugas Akhir : Perancangan Sistem Analisator Kerusakan Lubang  
Jalan Berbasis Citra Digital

Dengan ini saya menyatakan hak. Sepenuhnya kepada Pusat Sumber Belajar Universitas Ahmad Dahlan untuk menyimpan, mengatur akses serta melakukan pengolahan terhadap karya saya ini dengan mengacu pada ketentuan akses tugas elektronik sebagai berikut (beri tanda pada kotak):

Saya mengizinkan karya tersebut diunggah ke dalam aplikasi Repository Pusat Belajar Universitas Ahmad Dahlan.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Yogyakarta, 30 April 2024



Muhammad Fathan Fauzan  
NIM.1903022078

Mengetahui

Pembimbing



Ir. Phisca Aditya Rosyady S.Si., M.Sc.  
NIPM.19910831 201810 111 1267310

## KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah Subhanahuwata'ala atas segala limpahan rahmat, hidayah dan segala kenikmatan-Nya yang sangat berlimpah, Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad Shalallahu Alaihi Wassalam, penutup para nabi dan pembawa syafa'at bagi umat muslim hingga akhir zaman, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi sesuai dengan waktu yang ditentukan dan dapat menyusun laporan Skripsi dengan judul "Perancangan Sistem Analisator Kerusakan Lubang Jalan Berbasis Citra Digital". Laporan Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk dapat menyelesaikan Pendidikan Program Studi Teknik Elektro Universitas Ahmad Dahlan. Selama proses pengerjaan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, baik secara moral maupu secara langsung. Dalam kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. H. Muchlas, M.T. selaku Rektor Universitas Ahmad Dahlan
2. Prof. Dr. Ir. Siti Jamilatun, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Ahmad Dahlan.
3. Bapak Dr. Ir. Riky Dwi Puriyanto, S.T., M.Eng. selaku Ketua Prodi Teknik Elektro Universitas Ahmad Dahlan.
4. Bapak Ir. Phisca Aditya Rosyady, S.Si., M.Sc selaku dosen pembimbing akademik sekaligus pembimbing skripsi yang telah sabar dengan keadaan penulis dan meberikan banyak masukan serta nasihat kepada penulis.

5. Orangtua saya, Bapak Irwan dan Ibu Budi Setyowati tercinta yang tak pernah lelah dan tak pernah berhenti memberi dukungan serta doa dan kasih sayang kepada penulis.
6. Kakak tingkat, Mas Ma'ruf Shidiq dan Mas Galih Setyawan yang telah memberikan banyak ilmu dan bimbingan dalam proses pemrograman kepada penulis.
7. Seluruh Dosen dan Karyawan Prodi Teknik Elektro Universitas Ahmad Dahlan.

Penulis mengerti bahwa dalam penyusunan laporan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Maka penulis dengan senang hati menerima saran dan kritikan dari siapapun demi kesempurnaan laporan skripsi ini. Penulisan laporan ini dimaksudkan agar bermanfaat bagi siapa saja yang membacanya demi menambahnya ilmu pengetahuan tentang pengukuran dengan pengolahan citra. Harapan penulis kedepannya, penelitian ini dapat diteruskan dan dikembangkan sehingga dapat bermanfaat dalam penelitian pendeteksian dan pengukuran dimensi lubang jalan.

Yogyakarta, 30 April 2024



Muhammad Fathan Fauzan



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN SKRIPSI.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN TIDAK PLAGIAT .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LISTING .....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xvi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xvii</b>
<b>ABSTACT.....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Identifikasi Masalah.....	2
1.3. Batasan Masalah .....	3
1.4. Rumusan Masalah.....	3
1.5. Tujuan Penelitian .....	4
1.6. Manfaat Penelitian .....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1. Kajian Hasil Penelitian Terdahulu .....	5
2.2. Dasar Teori.....	11
2.2.1. Pengolahan Citra Digital .....	11
2.2.2. Segmentasi Citra .....	15
2.2.3. <i>Open Source Computer Vision</i> (OpenCV).....	17
2.2.4. Raspberry Pi 4.....	18

2.2.5.	Arduino .....	22
2.2.6.	Sensor Ultrasonik .....	23
2.2.7.	<i>Global Positioning System (GPS)</i> .....	25
2.2.8.	<i>Webcam</i> .....	27
2.2.9.	Real VNC .....	29
2.2.10.	<i>Mean Absolute Percentage Error (MAPE)</i> .....	29
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>30</b>
3.1.	Alat Penelitian .....	30
3.2.	Bahan Penelitian .....	30
3.3.	Perancangan Sistem .....	31
3.3.1.	Perancangan Perangkat Keras .....	33
3.3.2.	Perancangan Perangkat Lunak .....	38
3.3.3.	Perancangan Sistem Elektronis .....	43
3.4.	Pengujian Sistem .....	44
3.4.1.	Pengujian sensor ultrasonik .....	44
3.4.2.	Pengujian GPS .....	45
3.4.3.	Pengujian pengolahan citra .....	45
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>48</b>
4.1.	Pengujian Sensor Ultrasonik Terhadap Lantai .....	48
4.2.	Pengujian Akurasi Analisator Lubang Jalan .....	51
4.2.1.	Pengujian Terhadap Luas Area Maksimum .....	51
4.2.2.	Pengujian Luas Analisator dengan Perbedaan Bentuk dan Jarak ...	53
4.3.	Pengujian GPS NEO-6MV2 .....	59
4.4.	Pengujian Terhadap Lubang Jalan .....	64
4.4.1.	Pengubahan Citra dengan Equalization Histogram .....	64

4.4.2.	Perubahan dengan Normalisasi .....	65
4.4.3.	Perubahan dengan Gaussian Blur.....	65
4.4.4.	Konversi Warna HSV .....	66
4.4.5.	Proses <i>Tresholding</i> .....	66
<b>BAB 5 KESIMPULAN .....</b>		<b>75</b>
5.1.	Kesimpulan .....	75
5.2.	Saran .....	76
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>77</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 OpenCV.....	17
Gambar 2.2 Raspberry Pi 4.....	20
Gambar 2.3 Arduino Uno.....	22
Gambar 2.4 Ultrasonik HC-SR04.....	25
Gambar 2.5 GPS NEO-6MV2.....	26
Gambar 2.6 MWB-15.....	28
Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem.....	32
Gambar 3.2 Diagram Sistem Komunikasi.....	33
Gambar 3.3. Mekanik Analisator Lubang Jalan.....	34
Gambar 3.4 Mekanik Utama (a)Tampak keseluruhan, (b)Tampak atas, (c)Tampak samping.....	35
Gambar 3.5 Mekanik Pemberat (a)Tampak atas, (b)Tampak depan, (c)Tampak samping, (d)Tampak keseluruhan.....	36
Gambar 3.6 Mekanik Penyangga Powersupply (a)Tampak keseluruhan, (b)Tampak samping, (c)Tampak atas.....	37
Gambar 3.7 Diagram Blok Sistem Perangkat Lunak.....	38
Gambar 3.8 Pengambilan Citra.....	40
Gambar 3.9 Pengolahan Citra.....	41
Gambar 3.10 Sketsa Pengkabelan Elektronis.....	43
Gambar 3.11 Board Elektronis.....	44
Gambar 3.12 Acuan Kalibrasi Kamera.....	46
Gambar 4.1 Luas Area.....	52

Gambar 4.2 Pengujian Luas Area 90 cm .....	54
Gambar 4.3 Kalibrasi GPS NEO-6MV2 (a)Lokasi Find My Device (b)Lokasi Find My Device dengan Koordinat (c)Lokasi GPS (d) Lokasi GPS dengan Koordinat .....	60
Gambar 4.4 Mapping Koordinat GPS (a)Acuan (b)Pengukuran .....	62
Gambar 4.5 Garis Terukur dengan Google Earth .....	63
Gambar 4.6 Grafik Selisih Pembacaan Jarak Data Terhadap Acuan.....	63
Gambar 4.7 Pengubahan dengan Equalization Histogram.....	65
Gambar 4.8 Perubahan dengan Normalisasi .....	65
Gambar 4.9 Perubahan dengan Gaussian Blur.....	66
Gambar 4.10 Konversi Warna HSV .....	66
Gambar 4.11 <i>Trackbars</i> Pengolahan Citra.....	67
Gambar 4.12. Hasil Analisator.....	67
Gambar 4.13. Data Lubang Tidak Sesuai .....	72
Gambar 4.14 Analisis Pemberian Air (a)Tanpa Air (b)Diberi Air (c)Adanya Gangguan .....	73

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Pengolahan citra digital.....	11
Tabel 2.2 Penggunaan Raspberry Pi .....	19
Tabel 2.3 Spesifikasi Raspberry Pi 4 Model B .....	21
Tabel 2.4 Spesifikasi Arduino Uno.....	23
Tabel 2.5 Spesifikasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 .....	24
Tabel 2.6 Spesifikasi GPS NEO-6MV2.....	26
Tabel 2.7 Spesifikasi Kamera Web MWB-15.....	28
Tabel 4.1 Pengujian Sensor Ultrasonik.....	49
Tabel 4.2 Pengujian Luas Area .....	53
Tabel 4.3 Pengujian Analisator dengan Ketinggian 90 cm.....	55
Tabel 4.4 Pengujian Analisator dengan Ketinggian 100 cm.....	56
Tabel 4.5 Pengujian Analisator dengan Ketinggian 131 cm.....	58
Tabel 4.6 Pengukuran GPS di Stadion Mandala Krida.....	61
Tabel 4.7 Pengujian Pada Lubang Jalan .....	68

## DAFTAR LISTING

Listing 3.1 Pengiriman Data Arduino .....	39
Listing 3.2 Penerimaan Data Arduino.....	39
Listing 3.3 Pecah Data Serial .....	39
Listing 3.4 Koneksi Kamera .....	40
Listing 3.5 Equalization Histogram .....	42
Listing 3.6 Normalisasi Citra .....	42
Listing 3.7 Gaussian Blur.....	42
Listing 3.8 <i>Tresholding</i> HSV .....	42
Listing 3.9 Macros Editor CorelDraw.....	46

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Kalibrasi CorelDraw .....	82
Lampiran 2 Hasil Uji Coba kamera .....	85
Lampiran 3 Listing Pengambilan Gambar .....	92
Lampiran 4 Listing Pengolahan Gambar .....	95
Lampiran 5 Listing Pengolahan dan Pengiriman Data Arduino .....	98
Lampiran 6. Data Selisih Kesalahan GPS.....	100
Lampiran 7. Hasil Pengukuran.....	101



## ABSTRAK

infrastruktur jalan dalam mendukung pergerakan ekonomi dan keamanan pengguna jalan membutuhkan kondisi jalan yang baik. Khususnya lubang jalan, menjadi tantangan serius yang mempengaruhi keselamatan dan kenyamanan pengguna. Saat ini, perkembangan teknologi citra digital memberikan peluang untuk meningkatkan pengelolaan dan analisis data kerusakan jalan. salah satu teknologinya yaitu dengan analisis kerusakan jalan berupa jalan berlubang.

Penelitian ini memfokuskan pada perancangan Analisator Lubang Jalan yang memanfaatkan dalam proses pengolahan citra. Langkah yang diterapkan sistem ini menggunakan *Thresholding* pada *preprocessing* dan pendeteksian tepi kontur. Nilai kontur yang paling besar diukur dan menghasilkan data luas. Untuk mengukur kedalaman, digunakan sensor HC-SR04. Sedangkan untuk menyimpan data lokasi menggunakan GPS 6MV2.

Hasil menunjukkan bahwa sistem ini berhasil memberikan akurasi dengan pengukuran luas area lubang mencapai 98,6%, akurasi pengukuran kedalaman sebesar 98,2%, dan akurasi pengukuran lokasi menggunakan GPS sejauh 16,64 meter dari titik pengambilan GPS. Sedangkan pada implementasinya lubang yang dapat terdeteksi hingga 74% dari 35 data.

Kata Kunci: deteksi tepi kontur, pengolahan citra, lubang jalan.

## ABSTRACT

The infrastructure of roads in supporting economic movement and the safety of road users requires good road conditions. Specifically, potholes pose a serious challenge that affects the safety and comfort of users. Currently, advancements in digital imaging technology provide opportunities to improve the management and analysis of road damage data. One such technology is the analysis of road damage in the form of potholes.

This research focuses on the design of a Road Hole Analyzer that utilizes image processing. The steps implemented by this system include Thresholding in preprocessing and contour edge detection. The largest contour value is measured to produce area data. To measure depth, the HC-SR04 sensor is used. Meanwhile, GPS 6MV2 is used to store location data.

The results show that this system successfully provides accuracy with an area measurement of potholes reaching 98.6%, depth measurement accuracy at 98.2%, and location measurement accuracy using GPS at a distance of 16.64 meters from the GPS acquisition point. In its implementation, the system was able to detect up to 74% of potholes from 35 data points.

Keywords: contour edge detection, image processing, potholes.