

**IDENTIFIKASI TINGKAT KERUSAKAN JALAN RAYA
MENGUNAKAN *THRESHOLDING* DAN *K-MEANS***



TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Ilmu Komputer (M.Kom)

NURFIYAH
14002255

Program Studi Ilmu Komputer (S2)
Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Dan Komputer
Nusa Mandiri
Jakarta
2020

**IDENTIFIKASI TINGKAT KERUSAKAN JALAN RAYA
MENGUNAKAN *THRESHOLDING* DAN *K-MEANS***



TESIS

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Ilmu Komputer (M.Kom)

NURFIYAH
14002255

Program Studi Ilmu Komputer (S2)
Sekolah Tinggi Manajemen Informatika Dan Komputer
Nusa Mandiri
Jakarta
2020

SURAT PERNYATAAN ORISINILITAS DAN BEBAS PLAGIARISME

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nurfiyah
NIM : 14002255
Program Studi : Magister Ilmu Komputer
Jenjang : Strata Dua (S2)
Konsentrasi : *Image Processing*

Dengan ini menyatakan bahwa tesis yang telah saya buat dengan judul “Identifikasi tingkat kerusakan jalan raya menggunakan *Thresholding* dan *K-Means*” adalah hasil karya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun yang dirujuk telah saya nyatakan dengan benar dan tesis belum pernah diterbitkan dan dipublikasikan dimanapun dan dalam bentuk apapun.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila dikemudian hari saya telah memberikan keterangan palsu dan atau ada pihak lain yang mengklaim bahwa tesis yang saya buat adalah hasil karya milik seseorang atau badan tertentu, saya bersedia diproses baik pidana maupun perdata dan kelulusan saya dari Program Pasca Sarjana Magister Ilmu Komputer Sekolah Tinggi Manajemen dan Komputer Nusa Mandiri dicabut atau dibatalkan.

Bekasi, 30 Juli 2020

Yang menyatakan,



Nurfiyah

HALAMAN PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN TESIS

Tesis ini diajukan oleh :
Nama : Nurfiyah
NIM : 14002255
Program Studi : Ilmu Komputer
Jenjang : Strata Dua (S2)
Judul Tesis : Identifikasi tingkat kerusakan jalan raya menggunakan
Thresholding dan *K-Means*

Telah dipertahankan pada periode 2020-1 dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh Magister Ilmu Komputer (M.Kom) pada Program Studi Ilmu Komputer (S2) Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Nusa Mandiri (STMIK Nusa Mandiri)

Jakarta, 13 Agustus 2020

PEMBIMBING TESIS

Pembimbing I : Dr. Yan Rianto, M.Eng



Pembimbing II : Dr. Dwiza Riana, S.Si.,MM.,M.Kom



DEWAN PENGUJI

Penguji I : Dr. Windu Gata, M.Kom



Penguji II : Dr. Hilman Ferdinandus Pardede,
S.T M. EICT



Penguji III /
Pembimbing I : Dr. Yan Rianto, M.Eng



Program Studi Ilmu Komputer (S2) STMIK Nusa Mandiri

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah, penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga pada akhirnya penulis dapat menyelesaikan tesis ini tepat pada waktunya. Dimana tesis ini penulis sajikan dalam bentuk buku yang sederhana. Adapun judul tesis, yang penulis ambil sebagai berikut “**Identifikasi Tingkat Kerusakan Jalan Raya Menggunakan Thresholding Dan K-Means**”

Tujuan penulisan tesis ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Ilmu Komputer (S2) (M.Kom) pada Program Studi Ilmu Komputer (S2) Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Nusa Mandiri.

Tesis ini diambil berdasarkan data lubang jalan yang berada di jalan-jalan raya di Kota Bekasi. Penulis juga mencari dan menganalisa berbagai macam sumber referensi, baik dalam bentuk jurnal ilmiah, buku-buku literatur, internet, dan lain-lain yang terkait dengan pembahasan pada tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dukungan dari semua pihak dalam pembuatan tesis ini, maka penulis tidak dapat menyelesaikan tesis ini tepat pada waktunya. Untuk itu ijinilah penulis pada kesempatan ini untuk mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibu Dr. Dwiza Riana, S.Si.,MM.,M.Kom selaku Ketua Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Nusa Mandiri dan sebagai pembimbing II yang senantiasa memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan tesis ini.
2. Bapak Dr. Yan Rianto, M.Eng selaku pembimbing I penulis yang telah setulus hati membimbing, mengarahkan, dan menyumbangkan ide, waktu, serta tenaganya dalam membimbing penulis untuk menyelesaikan tesis ini.
3. Orang tua tercinta yang sepenuh hati memberikan dukungan doa, materi maupun moril, sehingga penulis bisa menyelesaikan tesis ini tepat waktu.
4. Suami terkasih Achmad Febri, S.T, M.T yang senantiasa memberikan dukungan dalam doa dan selalu menemani dalam menyelesaikan penulisan tesis ini.

5. Teman-teman seperjuangan satu kelas yang tidak ada hentinya saling memberikan support yang luar biasa dari awal penyusunan sampai selesainya pembuatan tesis ini.
6. Sahabat kelas Ibu Linda Sukmawati yang selalu mensupport dan selalu menemani penulis dalam penulisan tesis ini.
7. Sahabat dan teman kerja di Universitas Bhayangkara Jakarta Raya yang selalu mendukung dalam penyelesaian tesis ini.
8. Seluruh Staf Pengajar (Dosen) Program Magister Ilmu Komputer Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Nusa Mandiri yang telah memberikan pengetahuan baru selama pengajaran.
9. Staf Ketua, Staf Wakil Ketua 1 Bidang Akademik, dan Staf Pascasarjana di lingkungan Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Nusa Mandiri yang telah melayani dan selalu memberi dukungan juga semangat penulis dengan baik selama kuliah.

Serta semua pihak yang terlalu banyak untuk penulis sebutkan satu persatu sehingga terwujudnya penulisan tesis ini. Penulis menyadari bahwa penulisan tesis ini masih jauh sekali dari sempurna, untuk itu penulis mohon kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan penulisan karya ilmiah yang penulis hasilkan untuk masa yang akan datang.

Akhir kata semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi penulis khusus nya dan bagi para pembaca yang berminat dan tertarik terutama pada peminatan *Image Processing*.

Jakarta, 30 Juli 2020

Nurfiyah
Penulis

**SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya :

Nama : Nurfiyah
NIM : 14002255
Program Studi : Ilmu Komputer
Jenjang : Strata Dua (S2)
Konsentrasi : *Image Processing*
Judul Karya : Tesis

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, dengan ini menyetujui untuk memberikan ijin kepada pihak Program Studi Ilmu Komputer (S2) Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Nusa Mandiri (STMIK Nusa Mandiri) **Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif** (*Non-exclusive Royalti-Free Right*) atas karya ilmiah kami yang berjudul : “ Identifikasi tingkat kerusakan jalan raya menggunakan *Thresholding* dan *K-Means* ” beserta prangkat yang diperlukan (apabila ada).

Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini pihak STMIK Nusa Mandiri berhak menyimpan, mengalih media atau bentuk lain, mengelolanya dalam pangkalan data (*database*), mendistribusikannya dan menampilkan atau mempublikasikannya di internet atau media lain untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari kami selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta karya ilmiah tersebut.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak STMIK Nusa Mandiri, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Bekasi, 30 Juli 2020
Yang menyatakan.



Nurfiyah

ABSTRAK

Nama : Nurfiyah
NIM : 14002255
Program Studi : Magister Ilmu Komputer
Jenjang : Strata Dua (S2)
Konsentrasi : *Image Processing*
Judul : “Identifikasi Tingkat Kerusakan Jalan Raya Menggunakan *Thresholding* Dan *K-Means*”

Jalan merupakan sarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas yang berada pada permukaan tanah, diatas permukaan tanah, serta diatas permukaan air kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel. Jalan berlubang dapat dikatakan sebagai suatu kondisi dimana struktural dan fungsional jalan sudah tidak mampu lagi memberikan pelayanan yang normal dan optimal terhadap lalu lintas yang melintas pada jalan raya tersebut, yang berbentuk seperti mangkuk pada permukaan jalan dan dimensi lubang pada umumnya adalah 150 mm. Untuk itu penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengolahan citra berupa identifikasi tingkat kerusakan pada citra jalan berlubang di jalan raya menggunakan algoritma *Thresholding* dan *K-Means*, setelah itu dilakukan penghitungan diameter agar dapat diketahui tingkat kerusakan pada citra jalan berlubang di jalan raya. Hasil dari penelitian ini diperoleh citra jalan berlubang sebanyak 26 citra, dengan 21 citra tersegmentasi dengan baik dengan menggunakan program yang telah dirancang

Kata kunci: Identifikasi, *Thresholding*, *K-Means*, Diameter, Tingkat Kerusakan Jalan.

ABSTRACT

Nama : Nurfiyah
NIM : 14002255
Program Studi : *Masters in Computer Science*
Jenjang : Strata Dua (S2)
Konsentrasi : *Image Processing*
Judul : *"Identification of Highway Damage Level Using Thresholding And K-Means"*

Road is a means of land transportation that covers all parts of the road, including the building of equipment and equipment that is intended for traffic that is at ground level, above ground level, and above water level except railroad, lorry road, and cable road. A perforated road can be said to be a condition where the structural and functional roads are no longer able to provide normal and optimal service to traffic passing on the highway, which is shaped like a bowl on the road surface and the dimensions of the hole in general are 150 mm. For this reason, this study aims to perform image processing in the form of identification of the level of damage to the image of a potholed road on the highway using Thresholding and K-Means algorithms, after that the calculation of the diameter is carried out so that the level of damage to the image of the road with a hole on the highway is carried out. The results of this study obtained as many as 26 images of potholes, with 21 images segmented well using a program that has been designed

Keywords: Identification, Thresholding, K-Means, Diameter, Road Damage Level.

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN ORISINILITAS DAN BEBAS PLAGIARISME	i
HALAMAN PERSETUJUAN DAN PENGESAHAN TESIS	ii
KATA PENGANTAR	iii
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Penulisan	1
1.2 Identifikasi Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5 Sistematika Penulisan.....	3
BAB 2.....	5
LANDASAN TEORI.....	5
2.1 Landasan Teori	5
2.1.1 Citra	5
2.1.2 Digitalisasi Citra	6
2.1.3 Segmentasi Citra.....	6
2.1.4 <i>Thresholding</i>	7
2.1.5 Jalan Raya.....	7
2.1.6 <i>K-Means</i>	8
2.1.7 Kerusakan Jalan Raya.....	8
2.2 Tinjauan Studi	9
2.3 Obyek Penelitian	13
BAB 3.....	13

METODOLOGI PENELITIAN.....	13
3.1 Perancangan Penelitian.....	13
3.2 Pengumpulan Data.....	14
3.3 Pengolahan Data Awal	14
3.4 Pengambilan Citra Lubang pada Jalan Raya	16
3.5 <i>Image Processing</i>	16
3.6 Metode yang diusulkan.....	16
3.7 Eksperimen dan Pengujian Metode	17
3.8 Evaluasi dan Validasi	18
BAB 4.....	19
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Hasil Penelitian.....	19
4.1.1 Hasil segmentasi yang dilakukan menggunakan algoritma <i>Thresholding</i> dan <i>K-Mean</i> pada citra jalan berlubang (A1).	19
4.1.2 Hasil Diameter rata-rata pada tingkat kerusakan jalan berlubang dapat diketahui (A2).....	21
4.1.3 Segmentasi menggunakan <i>Thresholding</i> dan <i>K-means</i> dapat digunakan untuk mengidentifikasi tingkat kerusakan pada citra jalan berlubang (A3).....	26
4.1.4 Rancangan Antarmuka Aplikasi	30
4.1.5 Implementasi pada aplikasi Matlab 2017a.....	31
4.1.6 Evaluasi dan Validasi Hasil	35
BAB 5.....	36
PENUTUP.....	36
5.1 Kesimpulan.....	36
5.2 Saran	36
DAFTAR PUSTAKA	37
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	39
LEMBAR BIMBINGAN TESIS	41
LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tingkat Kerusakan Lubang	9
Tabel 2. 2 Penelitian Sebelumnya	11
Tabel 3. 1 Spesifikasi Handphone dan Laptop yang Digunakan	18
Tabel 4. 1 Hasil segmentasi citra jalan berlubang.....	20
Tabel 4. 2 Tabel Diameter dan hasil tingkat kerusakan pada citra jalan berlubang	21
Tabel 4. 3 Konversi Pengukuran Millimeter Ke Pixel	26
Tabel 4. 4 Hasil Identifikasi Tingkat Kerusakan	26
Tabel 4. 5 Penjabaran Citra yang Tersegmentasi.....	35

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Model Desain Penelitian	14
Gambar 3. 2 Dataset Jalan Berlubang Kota Bekasi	15
Gambar 3. 3Pengambilan dataset citra jalan berlubang	16
Gambar 4. 1 Rancangan Antarmuka Aplikasi.....	30
Gambar 4. 2 Desain Antarmuka Pada Aplikasi Matlab 2017a	31
Gambar 4. 3 Tampilan Awal.....	32
Gambar 4. 4 Menampilkan Citra Asli Pada Citra Jalan Raya Berlubang	32
Gambar 4. 5 Tampilan Dari Hasil Segmentasi Citra.....	33
Gambar 4. 6 Tampilan Dari Hasil Penghitungan Diameter Citra Jalan Berlubang	33
Gambar 4. 7 Tampilan Dari Identifikasi Tingkat Kerusakan Pada Citra Jalan Raya Berlubang	34

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penulisan

Jalan merupakan sarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas yang berada pada permukaan tanah, diatas permukaan tanah, serta diatas permukaan air kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel [1].

Perkembangan sistem transportasi darat di Indonesia harus didukung pada infrastruktur yang memadai, salah satunya yang paling penting adalah jalan raya. Dengan meningkatnya intensitas kendaraan yang semakin hari semakin banyak dari tiap tahun mengalami peningkatan, dan ditambah lagi dengan kondisi cuaca di Indonesia membuat beban yang harus ditanggung jalan raya semakin besar pada tiap harinya. Akibatnya adalah banyak jalan yang mengalami kerusakan salah satunya yaitu ditemukan adanya lubang pada jalan sehingga dapat meningkatkan resiko terjadinya kecelakaan di jalan [2].

Jalan berlubang dapat dikatakan sebagai suatu kondisi dimana struktural dan fungsional jalan sudah tidak mampu lagi memberikan pelayanan yang normal dan optimal terhadap lalu lintas yang melintas pada jalan raya tersebut, yang berbentuk seperti mangkuk pada permukaan jalan dan dimensi lubang pada umumnya adalah 150 mm [3].

Umur jalan yang sudah direncanakan pada saat pembangunan banyak yang tidak sesuai, seringkali kondisi jalan sudah mengalami kerusakan sebelum masa layan jalan tersebut habis, dan hal tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah pertumbuhan lalu lintas yang tidak sesuai prediksi, beban lalu lintas yang melampau batas (*overloading*), kondisi tanah dasar yang buruk, tidak sesuai dengan material yang digunakan, serta faktor pelaksanaan yang tidak sesuai dengan perencanaan [4].

Realisasi dan klasifikasi jalan telah menjadi topik yang sangat penting dalam banyak aplikasi, terutama pada sistem bantuan mengemudi atau *Advance Driver*

Assistance System (ADAS) contohnya seperti sistem deteksi untuk pejalan kaki, dan deteksi persimpangan otomatis [5], [6]. Dalam mengemudi di jalan raya memiliki peran yang sangat penting untuk mendukung aktifitas kehidupan sehari-hari dan membuat aktifitas menjadi lebih mudah dalam mengakses kendaraan di jalan raya jika memiliki alat transportasi yang aman, nyaman, dan memiliki sedikit ruang untuk kendaraan yang digunakan [7].

Terdapat banyak algoritma sistem pendeteksi jalan yang menjadi dasar untuk sistem bantuan pengemudi otomatis, sementara ada sebagian sistem yang dikembangkan dan difokuskan pada pengaturan jalur dan penempatan yang mudah yang dibedakan dengan lingkungan sekitarnya, namun untuk kondisi jalan yang berlubang dan tidak teratur memerlukan persiapan algoritma secara khusus untuk kendaraan yang digunakan, meskipun telah adanya kemajuan yang signifikan dalam sistem pendeteksi jalan berlubang tetapi tidak ada algoritma umum untuk menentukan semua tingkat kerusakan pada jalan raya.

Saat ini sudah banyak metode yang dikembangkan dalam klasifikasi berbentuk gambar, dalam membangun sistem klasifikasi jalan dan sistem peringatan dini untuk pendukung kendaraan sesuai dengan tingkat kerusakan jalan tersebut dianggap sebagai tugas yang sulit, sehingga menggunakan metode *deep learning* adalah teknologi yang cukup memadai untuk membuat sistem yang dapat mengidentifikasi properti dengan metode ekstraksi fitur dari data pelatihan tanpa label, terutama dalam jumlah data yang besar.

Dalam penelitian ini, penulis mengusulkan sistem identifikasi tingkat kerusakan jalan raya dengan melakukan segmentasi citra jalan raya berlubang menggunakan metode *Thresholding* dan *K-means* berdasarkan diameter yang telah dihitung sebelumnya dengan pengambilan gambar menggunakan gambar kamera *handphone*.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, penulis mengidentifikasi masalah yang ada yaitu:

- 1 Apakah algoritma *Thresholding* dan *K-Means* dapat melakukan segmentasi terhadap citra jalan raya?
- 2 Apakah dapat dilakukan perhitungan diameter pada citra jalan raya?
- 3 Apakah segmentasi menggunakan *Thresholding* dan *K-means* dapat digunakan untuk mengidentifikasi tingkat kerusakan pada citra jalan raya?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Melakukan segmentasi pada menggunakan algoritma *Thresholding* dan *K-Means* terhadap citra jalan raya berlubang.
2. Melakukan perhitungan diameter pada citra jalan raya berlubang
3. Melakukan identifikasi tingkat kerusakan jalan pada citra jalan raya sehingga dapat diketahui berada pada level mana tingkat kerusakan tersebut.

1.4. Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup pembahasan dalam penelitian ini dibatasi pada pembahasan pokok permasalahan saja yaitu melakukan segmentasi pada jalan berlubang citra jalan raya. Setelah itu melakukan penghitungan diameter lubang untuk dapat mengidentifikasi tingkat kerusakan pada jalan berlubang. Aplikasi dikembangkan menggunakan MATLAB 2017a. Algoritma segmentasi yang digunakan adalah *Thresholding* dan *K-Means*.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penelitian ini berisi gambaran secara umum pada masing-masing bab, yang terdiri dari bab pendahuluan, landasan teori, metode penelitian, hasil penelitian dan pembahasan serta kesimpulan dan saran.

Bab I Pendahuluan

Bab pendahuluan membahas tentang latar belakang dari penelitian dan melakukan perumusan masalah yang diangkat dalam penelitian, selain itu juga dibahas

mengenai tujuan dilakukannya penelitian, ruang lingkup, kontribusi penelitian, dan manfaat dari penelitian.

Bab II Landasan Teori

Bab landasan teori mengupas tentang tinjauan studi yaitu membahas penelitian sebelumnya yang digunakan untuk mengetahui sejauh mana penelitian sebelumnya dan membahas tentang landasan teori terkait penelitian yang dilakukan.

Bab III Metode Penelitian

Bab Metode Penelitian ini berisi tentang penjelasan mengenai perancangan penelitian diantaranya adalah metode pengumpulan data, metode yang diusulkan, eksperimen dan pengujian metode serta evaluasi dan validasi hasil.

Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan

Bab hasil penelitian dan pembahasan membahas tentang hasil penelitian berupa hasil dari segmentasi, nilai kedalaman maksimum atau nilai rata-rata pada tingkat kerusakan jalan berlubang serta identifikasi tingkat kerusakan jalan berlubang pada citra jalan raya yang dihasilkan oleh metode yang digunakan.

Bab V Kesimpulan dan Saran

Bab kesimpulan dan saran berisi tentang ringkasan akhir dari penelitian serta saran-saran yang diberikan untuk mengembangkan penelitian.

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Landasan Teori

Pada bagian landasan teori terdapat penjelasan mengenai teori-teori yang digunakan dalam penelitian, dan dijelaskan juga metode yang digunakan dalam penelitian segmentasi dan kedalaman maksimum atau diameter rata-rata pada tingkat kerusakan jalan berlubang.

2.1.1 Citra

Citra merupakan salah satu jenis teknologi untuk menyelesaikan masalah mengenai pemrosesan gambar. Dalam pengolahan citra, gambar diolah sedemikian rupa sehingga gambar tersebut dapat digunakan untuk aplikasi lebih lanjut.[8]

Secara harfiah, citra (*image*) adalah gambar pada bidang dwimatra (dua dimensi). Ditinjau dari sudut pandang matematis, citra merupakan fungsi menerus (*continue*) dari intensitas cahaya pada bidang dwimatra. Sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut. Pantulan cahaya ini ditangkap oleh alat-alat optik, misalnya mata pada manusia, kamera, pemindai (*scanner*), dan sebagainya, sehingga bayangan objek yang disebut citra tersebut terekam.[2]

Satuan atau bagian terkecil dari suatu citra disebut piksel (*pixel* atau *picture element*) yang berarti elemen citra. Sebuah citra adalah kumpulan piksel-piksel yang disusun dalam larik dua-dimensi. Indeks baris dan kolom (x, y) dari sebuah piksel dinyatakan dalam bilangan bulat. Untuk menunjukkan lokasi suatu piksel, koordinat (0, 0) digunakan untuk posisi kiri atas dalam bidang citra, dan koordinat (m-1, n-1) digunakan untuk posisi kanan bawah dalam citra berukuran mxn piksel. Untuk menunjukkan tingkat pencahayaan suatu piksel, seringkali digunakan bilangan bulat yang besarnya 8-bit, dengan lebar selang nilai 0 – 255, dimana 0 untuk warna hitam, 255 untuk warna putih dan tingkat abu-abu berada di antara nilai-nilai 0 dan 255.[10]

2.1.2 Digitalisasi Citra

Pengolahan citra digital merupakan sebuah disiplin ilmu yang mempelajari hal-hal yang berkaitan dengan perbaikan kualitas gambar (peningkatan kontras, transformasi warna, *restorasi* citra), transformasi gambar (rotasi, translasi, skala, transformasi geometrik), melakukan pemilihan citra ciri (*feature images*) yang optimal untuk tujuan analisis, melakukan proses penarikan informasi atau deskripsi objek atau pengenalan objek yang terkandung pada citra, melakukan kompresi atau reduksi data untuk tujuan penyimpanan data, transmisi data, dan waktu proses data. Input dari pengolahan citra adalah citra, sedangkan output-nya adalah citra hasil pengolahan.[8]

Digitalisasi citra merupakan pengolahan citra digital yang dilakukan untuk mengubah citra dari analog menjadi citra digital dalam bentuk pixel dengan melakukan perbaikan kualitas suatu citra, contohnya adalah restorasi citra, peningkatan warna pada citra, dan transformasi warna pada suatu citra, kemudian melakukan pemilihan fitur citra (*feature images*) yang bertujuan untuk menganalisis suatu citra., melakukan kompresi atau reduksi pada suatu citra yang bertujuan untuk melakukan penyimpanan data, transmisi data, atau waktu proses data.

2.1.3 Segmentasi Citra

Segmentasi citra merupakan suatu teknik klasifikasi yang mengatur pada pola dalam kelompok atau bagian dari citra. Metode pertama yang dilakukan dalam segmentasi citra adalah dengan mengolah citra berdasarkan perubahan intensitas, seperti tepi pada suatu citra. Segmentasi merupakan suatu bagian penting dalam analisis citra, karena pada proses ini gambar/citra yang diinginkan akan dianalisis untuk proses yang lebih lanjut agar lebih mudah di analisis, misalnya pada pengenalan pola. Segmentasi citra yang merupakan bagian dari analisis citra digunakan untuk mengelompokkan menjadi beberapa bagian dan mengambil sebagian objek yang diinginkan. Pada bidang pengolahan citra, segmentasi citra mengacu pada proses pembagian citra digital ke dalam *multiple region* (himpunan piksel). Tujuan akhir dari segmentasi adalah menyederhanakan suatu gambar agar citra/gambar dapat lebih mudah dianalisis. [8]

Segmentasi citra dianggap sebagai operasi dasar yang penting dalam proses analisis atau interpretasi citra yang diperoleh. Hal ini merupakan komponen penting dan *essential* dari analisis gambar atau pengenalan bentuk. Dan merupakan proses paling sulit dalam pengolahan citra, yang menentukan kualitas segmentasi akhir. Banyak teknik segmentasi yang sudah dikembangkan untuk saat ini. [11]

Operasi pengembangan mensegmentasikan citra menjadi dua wilayah, yaitu wilayah objek dan wilayah latar belakang [1]. Wilayah objek diset berwarna putih sedangkan sisanya diset berwarna hitam (atau sebaliknya). Hasil dari operasi pengembangan adalah citra biner yang hanya mempunyai dua derajat keabuan: hitam dan putih. [11]

Segmentasi citra secara umum dilakukan berdasarkan diferensiasi warna, sehingga citra tersebut akan melalui proses pengelompokan yang memungkinkan piksel-piksel dipisahkan sesuai dengan intensitas warna.[10]

2.1.4 Thresholding

Thresholding adalah salah satu metode segmentasi citra berdasarkan penerapan ambang batas terhadap nilai intensitas di setiap piksel. Dari masalah kondisi tekstur citra lubang diatas, metode *thresholding* akan bekerja lebih optimal, karena tidak memperhatikan daerah atau lokasi piksel. Saat ini terdapat dua bentuk penerapan nilai ambang batas yaitu *uniform* dan *adaptif*. Metode *uniform* memiliki kelemahan apabila kita tidak mengetahui *range* atau variasi dari intensitas pada citra, sehingga segmentasi menjadi tidak akurat. [12]

Teknik *Thresholding* yang bersifat *adaptif* dapat digunakan sebagai tahap awal untuk menentukan kandidat area lubang pada sistem deteksi lubang yang dikembangkan [12]

2.1.5 Jalan Raya

Jalan merupakan sarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukan bagi lalu lintas yang berada pada permukaan tanah, diatas permukaan tanah, serta diatas permukaan air kecuali jalan kereta api, jalan lori, dan jalan kabel [1].

Jalan berlubang dapat dikatakan sebagai suatu kondisi dimana struktural dan fungsional jalan sudah tidak mampu lagi memberikan pelayanan yang normal dan optimal terhadap lalu lintas yang melintas pada jalan raya tersebut, yang berbentuk seperti mangkuk pada permukaan jalan dan dimensi lubang pada umumnya adalah 150mm [3].

2.1.6 K-Means

Algoritma *K-means* merupakan salah satu algoritma dengan *partitional*, karena *K-Means* didasarkan pada penentuan jumlah awal kelompok dengan mendefinisikan nilai *centroid* awalnya. [8]

Algoritma *K-means* merupakan salah satu algoritma dengan *partitional*, karena *K-Means* didasarkan pada penentuan jumlah awal kelompok dengan mendefinisikan nilai *centroid* awalnya. Algoritma *K-means* menggunakan proses secara berulang-ulang. untuk mendapatkan basis data cluster. Dibutuhkan jumlah *cluster* awal yang diinginkan sebagai masukan dan menghasilkan titik *centroid* akhir sebagai *output*. [8]

2.1.7 Kerusakan Jalan Raya

Menurut [4] Kerusakan pada jalan raya dapat disebabkan oleh:

1. Lalu lintas, yang dapat berupa peningkatan beban dan repitisi beban.
2. Air yang berasal dari air hujan, system drainase jalan yang kurang baik, dan naiknya air akibat sifat dari kapilaritas.
3. Material pada jalan raya tersebut yang dimana dapat disebabkan oleh sifat material itu sendiri atau dapat disebabkan karena system pengolahan bahan yang tidak baik.
4. Iklim Indonesia yang tropis dimana suhu udara dan curah hujan pada umumnya sangat tinggi, sehingga menjadi salah satu penyebab kerusakan pada jalan raya.
5. Kondisi tanah dasar yang tidak stabil yang kemungkinan disebabkan oleh sifat tanah yang memang pada dasarnya sudah tidak bagus.
6. Proses pemadatan pada lapisan jalan raya diatas tanah dasar yang kurang baik.

Kemudian dalam mengevaluasi kerusakan jalan raya perlu menentukan beberapa hal, diantaranya yaitu:

1. Jenis kerusakan jalan (*distress type*) dan penyebabnya.
2. Tingkat kerusakan jalan (*distress severity*).
3. Jumlah kerusakan (*distress amount*).

Pada tingkat kerusakan jalan disebut dengan *Severity Level* yang dimana tingkat kerusakan yang digunakan dalam perhitungan PCI adalah *low severity level (L)*, *medium severity level (M)*, dan *high severity level (H)*, terlihat pada tabel 2.1

Tabel 2. 1 Tingkat Kerusakan Lubang

Sumber: [13]

Kedalaman Maksimum	Diameter rata-rata (mm)(inci)		
	100-200 mm (4-8 inci)	200-450 mm (8-18 inci)	450-750 mm (18-30 inci)
13 mm - \leq 25 mm (1/2 – 1 inci)	L	L	M
>25 mm - \leq 50 mm (1-2 inci)	L	M	H
>50 mm (2 inci)	M	M	H

2.2 Tinjauan Studi

Penelitian tentang citra *Jalan Berlubang* sudah banyak dilakukan, terutama penelitian yang dilakukan dalam melakukan segmentasi citra Jalan Berlubang. Berikut ini beberapa penelitian terkait dengan segmentasi dengan menggunakan metode *Thresholding* maupun *K-Means*:

1. Penelitian yang dilakukan (Siti Asmiatun dkk, 2018) dengan judul Identifikasi Pengelompokkan Kondisi Permukaan Jalan Menggunakan Algoritma *K-Means*. Pada Penelitian ini metode *K-Means* dapat menganalisis pengelompokan kondisi permukaan jalan khususnya di Semarang. Kondisi permukaan jalan di beberapa titik yang rusak sering mengakibatkan kecelakaan bagi pengguna jalan oleh karena itu jika pengguna jalan dapat menghindari kondisi permukaan jalan maka dapat meminimalisir terjadinya resiko kecelakaan. Pada penelitian ini menggunakan aplikasi *Accelerometer* yang berfungsi untuk pengambilan

data. Sedangkan untuk pengelompokan data menggunakan algoritma K-Means. Hasil data yang diperoleh sejumlah 2014 titik jalan yang rusak telah dikelompokkan menjadi 7 kecamatan dengan hasil kecamatan Gayamsari merupakan daerah paling rawan rusak

2. Penelitian yang dilakukan (Baryah Dwi Idestio dkk, 2013) dengan judul Alternatif Pengukuran Luas Lubang Jalan Berbasis Data Video Menerapkan *Threshold-based Marking* dan GLCM. Penelitian ini mengembangkan 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. Dan hasil yang didapat menunjukkan bahwa tingkat akurasi sistem sebesar 91.67% dengan waktu proses 0,08 detik untuk setiap *frame*.
3. Penelitian yang dilakukan (Priyanto Hidayatullah dkk, 2012) dengan judul Pendeteksian Lubang di Jalan Secara Semi-Otomatis. Pada penelitian ini *Thresholding* dan algoritma dibuat berdasarkan konsep *Moore Neighborhood*. Dengan menggunakan teknologi pengolahan citra, pendeteksian dan perhitungan luas lubang dapat dipercepat dan tetap akurat. Hasil yang telah dicapai adalah terbangunnya sebuah aplikasi yang mampu mendeteksi dan menghitung luas *patch* lubang jalan dengan metode semiotomatis dengan bantuan operator. Dengan adanya aplikasi ini, pencatatan kondisi jalan yang mencakup pendeteksian dan penghitungan luas *patch* lubang menjadi lebih cepat dengan tingkat kesalahan relatif rendah. Aplikasi ini dapat dikembangkan sehingga mampu digunakan untuk mendeteksi semua jenis kerusakan jalan, mampu melakukan pendeteksian secara otomatis tanpa bantuan operator, dan mampu melakukan validasi pendeteksian yang lebih baik sehingga hasil pendeteksian lebih akurat luas *patch* pada aplikasi memiliki persentase error rata-rata sebesar 7,58%.

4. Penelitian yang dilakukan (Slamet Imam Syafi’I dkk, 2015) dengan judul *Segmentasi Obyek Pada Citra Digital Menggunakan Metode Otsu Thresholding*. Pada penelitian ini, Otsu thresholding melakukan pemisahan *foreground* dan *background* pada citra kemudian diubah menjadi RGB lalu *grayscale*. Selanjutnya mencari nilai ambang secara otomatis menggunakan metode *otsu thresholding*. Tahap berikut proses *invert image*, *noise removal* dan *morphology*. Selanjutnya penghitungan akurasi untuk mengukur kinerja dari metode segmentasi yang hasilnya dibandingkan dengan citra *Ground Thruth*. Hasil yang didapat dari pengujian dilakukan pada *Weizmann Segmentation Database* sebanyak 30 citra digital RGB. Akurasi yang didapat dari pengujian tersebut sebesar 93,33%.

Tabel 2. 2 Penelitian Sebelumnya

Judul Penelitian	Tahun	Kelebihan	Perbedaan
Identifikasi Pengelompokkan Kondisi Permukaan Jalan Menggunakan Algoritma K-Means	2018	Algoritma <i>K-Means</i> dapat memperoleh 7 dari 34 kecamatan dengan kerusakan paling rawan dan aplikasi <i>Accelerometer</i> dapat melakukan pengambilan data sebagai penunjang penelitian ini.	Hanya mendeteksi lubang dan mengelompokkan jenis kerusakan dengan data yang diambil menggunakan aplikasi <i>Accelerometer</i>
Alternatif Pengukuran Luas Lubang Jalan Berbasis Data Video Menerapkan <i>Threshold-based Marking</i> dan GLCM	2013	Menerapkan <i>Threshold-based marking</i> dan <i>GLCM</i> dapat mengembangkan suatu sistem deteksi dan pengukuran kerusakan jalan	Mendeteksi jumlah pixel pada lubang dengan pengambilan data lewat video kemudian dibandingkan dengan pixel

		khususnya lubang, berbasis data video.	manual serta mengklasifikasikan dengan metode GLCM
Pendeteksian Lubang di Jalan Secara Semi-Otomatis	2012	Dengan adanya aplikasi ini, pencatatan kondisi jalan yang mencakup pendeteksian dan penghitungan luas <i>patch</i> lubang menjadi lebih cepat dengan tingkat kesalahan relative rendah	Hasil yang telah dicapai adalah terbangunnya sebuah aplikasi yang mampu mendeteksi dan menghitung luas <i>patch</i> lubang jalan dengan metode semiotomatis dengan bantuan operator.
Segmentasi Obyek Pada Citra Digital Menggunakan Metode <i>Otsu Thresholding</i>	2015	Mendapatkan nilai ambang secara otomatis dari sebuah citra <i>grayscale</i>	Penghitungan nilai pixel hanya dengan menggunakan metode <i>otsu thresholding</i> saja.

Pada Tabel 2.2 dijelaskan tentang penelitian sebelumnya yang sudah dilakukan dan pada penelitian ini akan dilakukan identifikasi tingkat kerusakan pada citra jalan berlubang dengan melakukan beberapa tahap, tahap yang pertama, akan dilakukan segmentasi citra dengan menggunakan algoritma *Thresholding* dan K-Means, tujuan dari tahapan ini adalah menghitung diameter lubang, agar bisa diidentifikasi tingkat kerusakan jalan

2.3 Obyek Penelitian

Objek dari penelitian yang dilakukan adalah pengambilan gambar berlubang yang diperoleh dari jalan-jalan raya di Kota Bekasi.

BAB 3

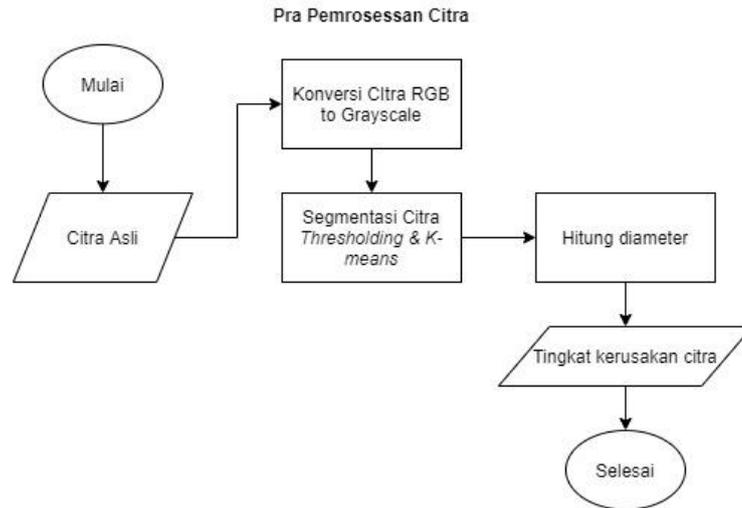
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Perancangan Penelitian

Perancangan penelitian meliputi penentuan tujuan yang ingin dicapai oleh suatu penelitian dan merencanakan strategi umum untuk memperoleh dan menganalisa data bagi penelitian itu. Hal ini harus dimulai dengan memberikan perhatian khusus terhadap konsep yang akan mengarahkan peneliti yang bersangkutan dan penelaahan kembali terhadap literatur termasuk penelitian yang pernah dilakukan orang sebelumnya yang berhubungan dengan judul dan masalah penelitian yang bersangkutan. Tahap ini merupakan tahap penyusunan “*term of reference*” (TOR). b. [14].

Menurut [15] penelitian adalah ilmu mengenai jalan yang dilewati untuk mencapai pemahaman. Jalan tersebut harus ditetapkan secara bertanggung jawab ilmiah dan data yang dicari untuk membangun/memperoleh pemahaman harus melalui syarat ketelitian. artinya harus dipercaya kebenarannya.

Pada penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen yang merupakan rangkain kegiatan percobaan dengan tujuan untuk menyelidiki suatu masalah sehingga diperoleh hasil terlihat pada gambar 3.1.



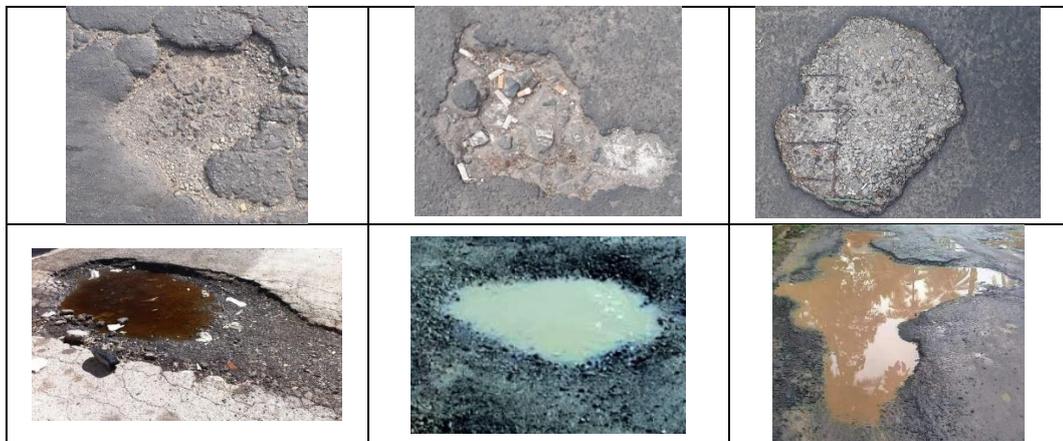
Gambar 3. 1 Model Desain Penelitian

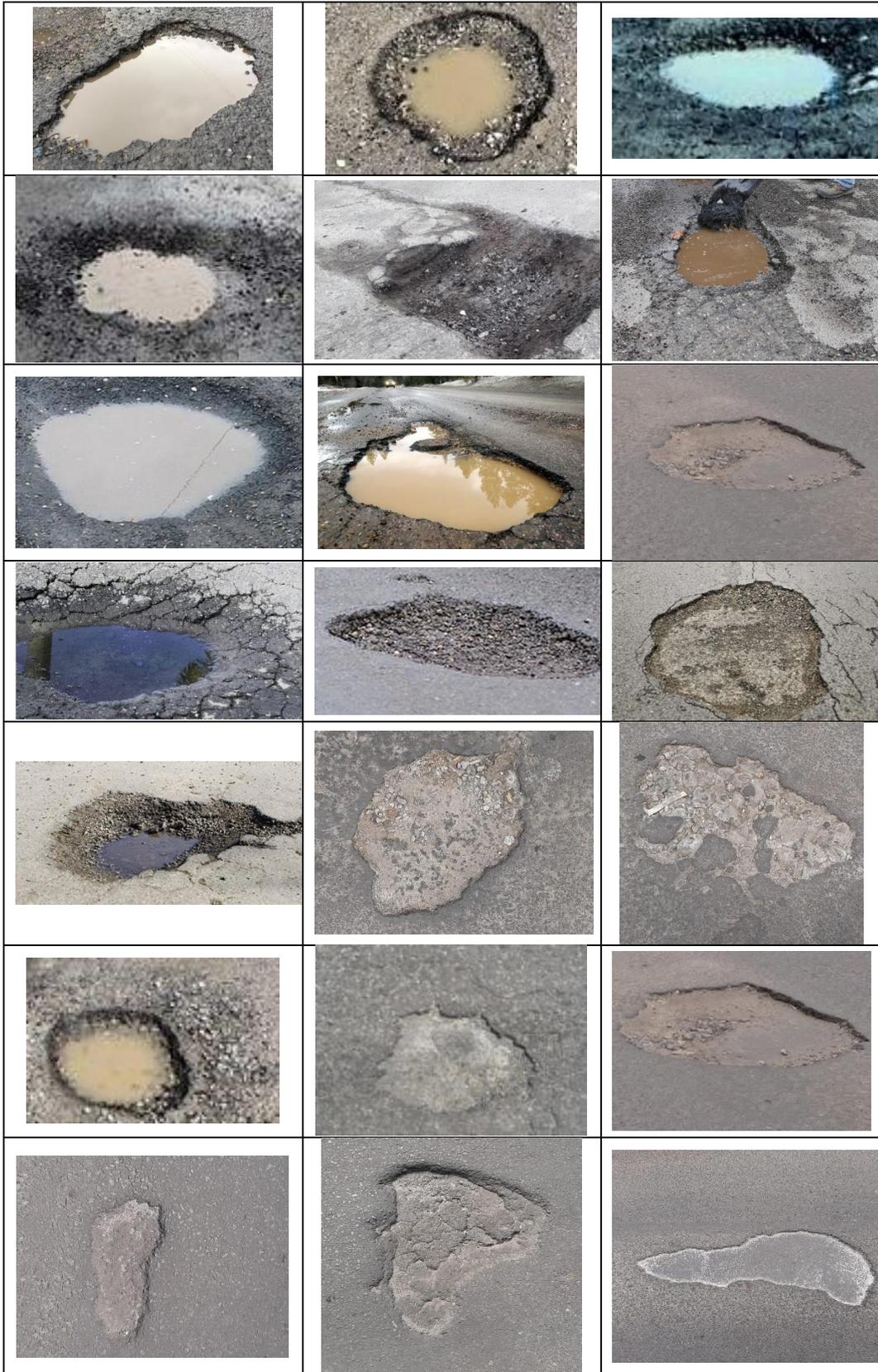
3.2 Pengumpulan Data

Citra yang digunakan pada penelitian ini merupakan citra digital dari citra Jalan Raya Berlubang yang diperoleh dari jalan-jalan raya di Kota Bekasi.

3.3 Pengolahan Data Awal

Pada tahapan ini dilakukan pengolahan data awal yaitu melakukan proses dari citra, dimana data digital dari Jalan Berlubang yang telah dikumpulkan pada Gambar 3.2 dapat dilihat bahwa ada 27 dataset yang siap untuk dilakukan pra pemrosesan data.

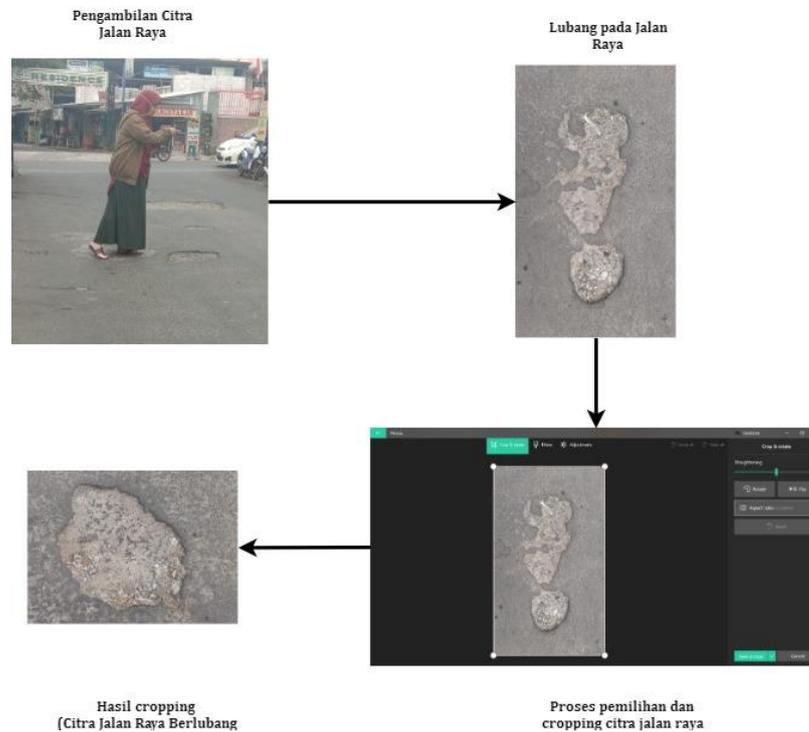




Gambar 3. 2 Dataset Jalan Berlubang Kota Bekasi

3.4 Pengambilan Citra Lubang pada Jalan Raya

Tahap pengambilan citra dilakukan cara dengan menggunakan kamera dari *handphone* android dengan sudut kemiringan kamera 90^0 . Gambar 3.3 menerangkan tentang tahapan pengambilan citra lubang jalan.



Gambar 3.3 Pengambilan dataset citra jalan berlubang

3.5 Image Processing

Tahapan *image processing* merupakan tahapan pertama kali dalam proses pengolahan citra, pada tahapan ini bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang citra yang akan digunakan dalam pengolahan citra dengan cara melakukan konversi citra, preprocessing citra pada penelitian ini melakukan konversi citra RGB menjadi citra *grayscale*. Pada proses *grayscale* merupakan proses konversi citra dengan format RGB menjadi format *grayscale*, tujuan dilakukan proses ini adalah untuk menyederhanakan citra agar mudah diproses pada tahapan selanjutnya.

3.6 Metode yang diusulkan

Penelitian ini akan melakukan segmentasi dan penghitungan diameter citra Jalan Berlubang. *Rule* yang dihasilkan akan diimplementasikan menggunakan *software* MATLAB 2017a. Langkah pertama dalam penelitian ini adalah

melakukan segmentasi pada citra dengan mengubah citra RGB menjadi *grayscale* yaitu citra yang nilai intensitas pikselnya berdasarkan derajat keabuan. Langkah kedua dari citra grayscale dilakukan segmentasi menggunakan *Thresholding* dan *K-Means* agar terlihat lebih jelas dan terpisah antara lubang dengan latar belakang pada citra. Langkah ke tiga yaitu menghitung diameter citra lubang jalan raya dari hasil *thresholding* dan *k-means* yang diimplementasikan menggunakan MATLAB 2017a. kemudian langkah ke empat yaitu setelah mendapatkan hasil segmentasi maka mengidentifikasi tingkat kerusakan jalan raya tersebut.

Pengujian metode yang digunakan membutuhkan desain penelitian yang jelas dan tepat. Desain yang dirancang dapat digunakan sebagai tahapan proses pengujian untuk mendapatkan hasil yang diinginkan. Pada Gambar 3.1. akan menjelaskan model dari desain penelitian yang didalamnya terdapat tahapan dalam melakukan segmentasi, penghitungan diameter, dan identifikasi tingkat kerusakan citra jalan berlubang pada jalan raya.

3.7 Eksperimen dan Pengujian Metode

Berikut merupakan tahapan eksperimen yang dilakukan pada penelitian ini, tahapan yang dilakukan adalah:

1. Mempersiapkan ruang pada handphone.
2. Mengambil gambar/photo lubang pada jalan raya.
3. Memilah satu persatu citra lubang yang dekat menjadi sebuah citra yang berdiri sendiri.
4. Membuat aplikasi menggunakan MATLAB (M-file). Pada tahapan pertama dilakukan *preprocessing image*, dimana citra dengan struktur warna RGB dikonversi menjadi citra *Grayscale*, selanjutnya citra dilakukan segmentasi menggunakan metode *Thresholding* dan *K-Means*, selanjutnya melakukan penghitungan diameter pada citra dan identifikasi tingkat kerusakan citra jalan raya dari hasil segmentasi tersebut.
5. Membuat aplikasi dengan menggunakan GUI dan M-File MATLAB dimana aplikasi tersebut berisi tentang implementasi dari *rule* yang telah dibuat.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan bantuan kamera *handphone* android dan laptop untuk melakukan pengolahannya. Adapun spesifikasi kamera *handphone* dan laptop yang digunakan akan dijelaskan pada tabel 3.1.

Tabel 3. 1 Spesifikasi Handphone dan Laptop yang Digunakan

Nama	Spesifikasi
Handphone Samsung	A30s
Sistem Operasi Handphone	Versi android 9.0 Pie
Kamera depan	16 MP
Kamera Belakang	25MP + 8 MP + 5 MP
Laptop Thinkpad X240	Intel(R) Core(TM) i5-4300U CPU @1.90GHz 2.49 GHz
Memory	8 GB
VGA	board
SSD	128 GB
Sistem Operasi	Windows 10
Aplikasi	MATLAB 2017a

3.8 Evaluasi dan Validasi

Pada tahap ini dilakukan proses pengujian metode yang diusulkan dengan melakukan segmentasi, perhitungan diameter, dan identifikasi tingkat kerusakan jalan raya, sehingga diketahui seberapa tepatkah metode yang diusulkan untuk melakukan identifikasi pada citra Jalan Berlubang tersebut.

BAB 4

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

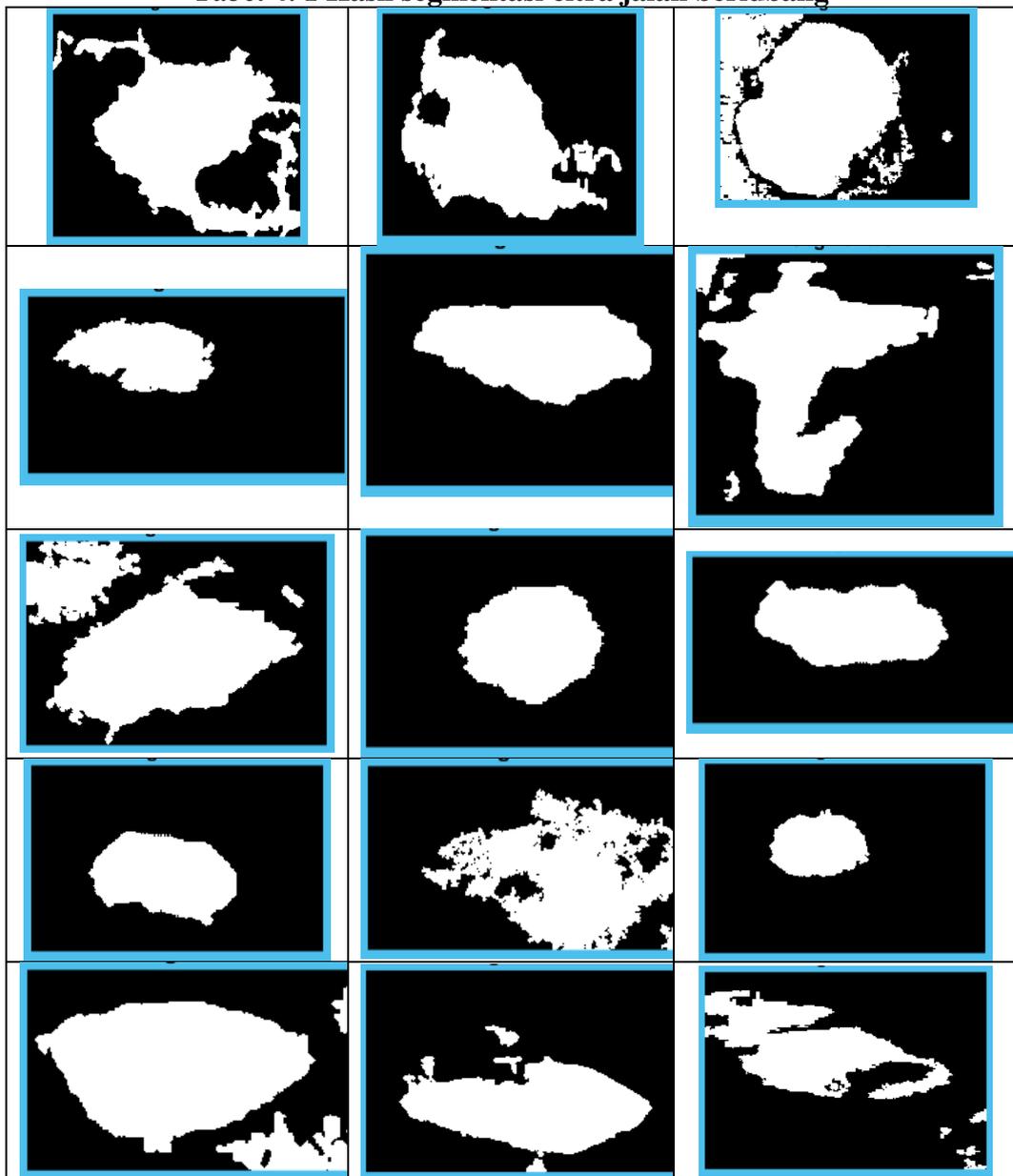
Penelitian ini terbagi menjadi tiga bagian yang terpisah. Ketiga bagian tersebut adalah sebagai berikut:

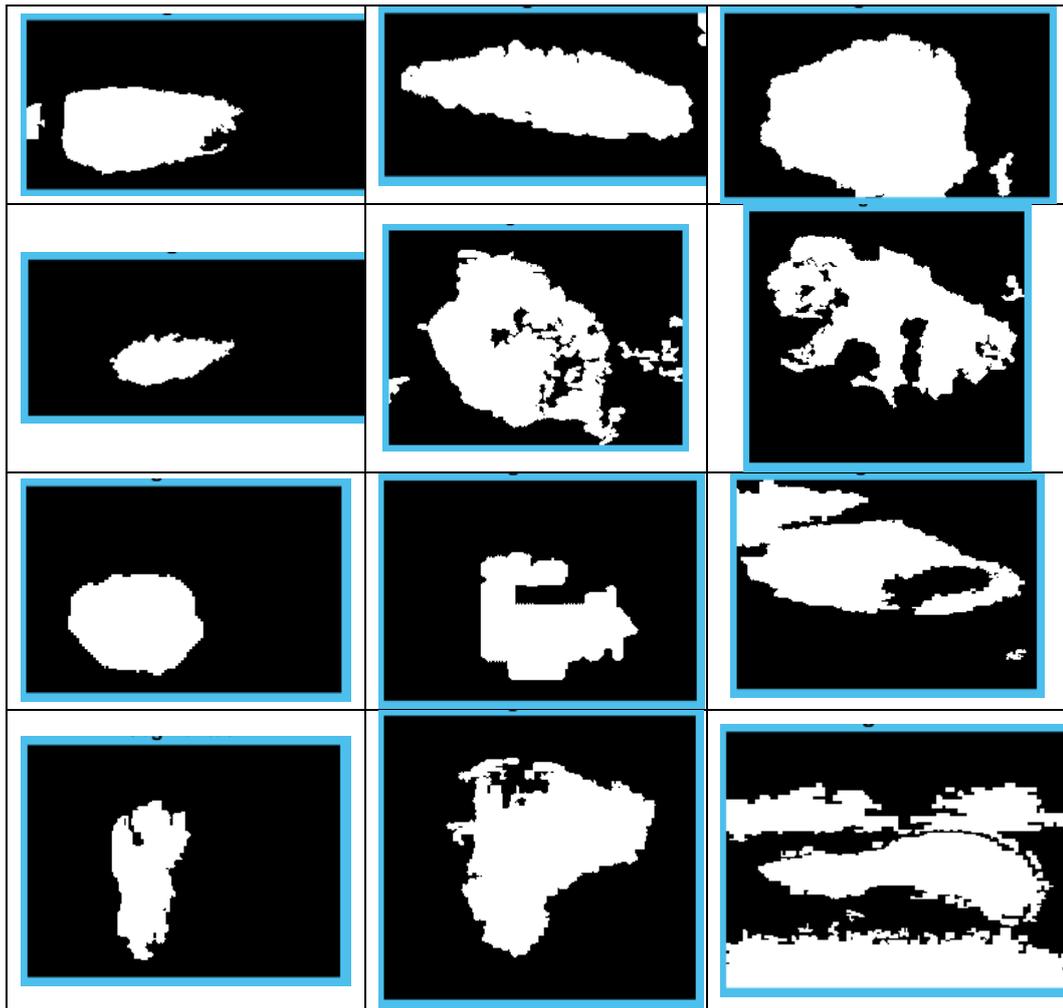
1. Hasil (A1) Algoritma *Thresholding* dan *K-means* merupakan algoritma yang dapat digunakan dalam melakukan segmentasi pada citra jalan berlubang pada jalan raya.
2. Hasil (A2) Diameter rata-rata pada tingkat kerusakan jalan berlubang dapat diketahui.
3. Hasil (A3) Segmentasi menggunakan *Thresholding* dan *K-means* dapat digunakan untuk mengidentifikasi tingkat kerusakan pada citra jalan berlubang pada jalan raya

4.1.1 Hasil segmentasi yang dilakukan menggunakan algoritma *Thresholding* dan *K-Mean* pada citra jalan berlubang (A1).

Hasil dari segmentasi menggunakan Algoritma *Thresholding* dan *K-Means* untuk mensegmentasi citra jalan berlubang, ketika citra yang sudah dilakukan *processing* dari RGB ke *grayscale* diolah dengan menggunakan metode *Thresholding* dan *K-mean* tersebut, yang mana tujuan segmentasi citra jalan berlubang tersebut agar dapat diketahui diameter yang ada pada jalan berlubang tersebut besar atau tidak. Pada 39 dataset yang digunakan ada 5 Citra yang tidak dapat dilakukan segmentasi dengan sempurna. Hasil dari segmentasi citra jalan berlubang, terdapat pada Tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Hasil segmentasi citra jalan berlubang



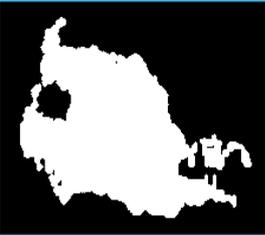
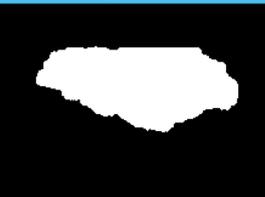
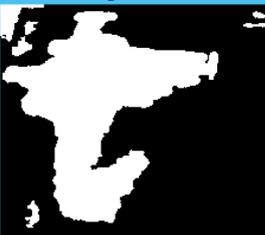


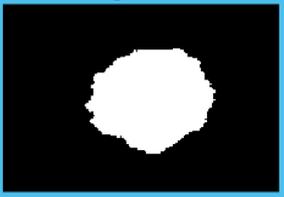
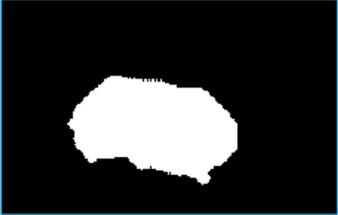
Pada tabel 4.1 dapat dilihat hasil segmentasi yang ditunjukkan oleh warna putih menggunakan *Thresholding* dan *K-Means* dengan region 1 yang menghasilkan latar belakang pada citra asli terpisah, hal tersebut dapat dikatakan jika algoritma *Thresholding* dan *K-means* dapat digunakan untuk segmentasi citra jalan berlubang sehingga pada citra yang sudah tersegmentasi dapat dilakukan penghitungan diameter.

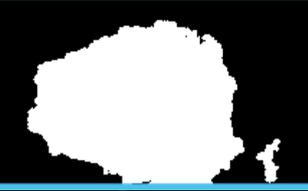
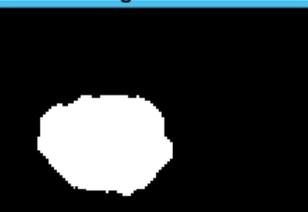
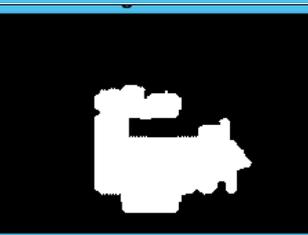
4.1.2 Hasil Diameter rata-rata pada tingkat kerusakan jalan berlubang dapat diketahui (A2).

Hasil yang diperoleh untuk menghitung diameter pada citra jalan berlubang dapat dilihat pada Tabel 4.2

***Tabel 4. 2* Tabel Diameter dan hasil tingkat kerusakan pada citra jalan berlubang**

Citra Segmentasi	Diameter
	266.4433
	229.2638
	380.7189
	331.2057
	163.0889
	383.5709
	345.4591

	57.5584
	83.5153
	79.7166
	378.1451
	163.2488
	182.3232
	332.3608
	55.7721

	290.5308
	110.8744
	225.6758
	365.6784
	317.1769
	304.4533
	41.5666
	43.7747

	55.463
	95.4865
	152.5609
	287.9733

Pada Tabel 4.2 citra jalan berlubang dilakukan perhitungan diameter sesuai pada Tabel 2.1 Tingkat Kerusakan Lubang, bahwa pada aplikasi matlab diameter tersebut harus di konversikan menjadi pixel terlebih dahulu, dengan rincian sebagai berikut:

1 pixel (X) = 0.2564 mm

1 mm = 3.7795 Pixel (X)

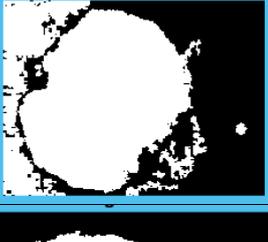
4.1.3 Segmentasi menggunakan *Thresholding* dan *K-means* dapat digunakan untuk mengidentifikasi tingkat kerusakan pada citra jalan berlubang (A3).

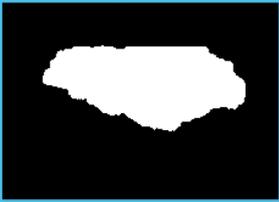
Pada tabel 4.2 setelah dilakukan perhitungan diameter pada citra lubang maka langkah selanjutnya adalah identifikasi tingkat kerusakan berdasarkan dengan diameter yang dihitung dengan hasil konversi millimeter ke pixel, seperti pada Tabel 4.3 dibawah ini:

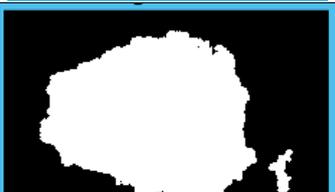
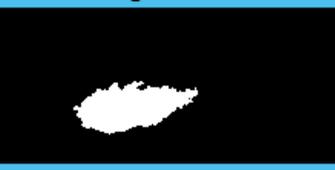
Tabel 4. 3 Konversi Pengukuran Millimeter Ke Pixel

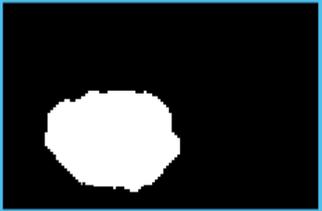
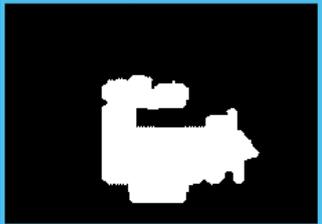
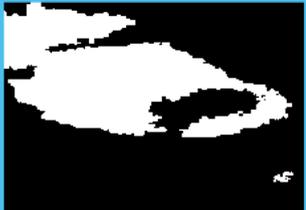
Millimeter	Pixel	Tingkat Kerusakan
100 - 200	377.953 - 755.915	Rendah / Low
200 – 450	755.915 - 1700.808	Sedang / Medium
450 - 750	1700.808 - 2834.681	Tinggi / High

Tabel 4. 4 Hasil Identifikasi Tingkat Kerusakan

Citra Segmentasi	Diameter	Tingkat Kerusakan
	266.4433	Rendah / Low
	229.2638	Rendah / Low
	380.7189	Rendah / Low
	331.2057	Rendah / Low

	163.0889	Rendah / Low
	383.5709	Rendah / Low
	345.4591	Rendah / Low
	57.5584	Rendah / Low
	83.5153	Rendah / Low
	79.7166	Rendah / Low
	378.1451	Rendah / Low
	163.2488	Rendah / Low

	182.3232	Rendah / Low
	332.3608	Rendah / Low
	55.7721	Rendah / Low
	290.5308	Rendah / Low
	110.8744	Rendah / Low
	225.6758	Rendah / Low
	365.6784	Rendah / Low
	317.1769	Rendah / Low

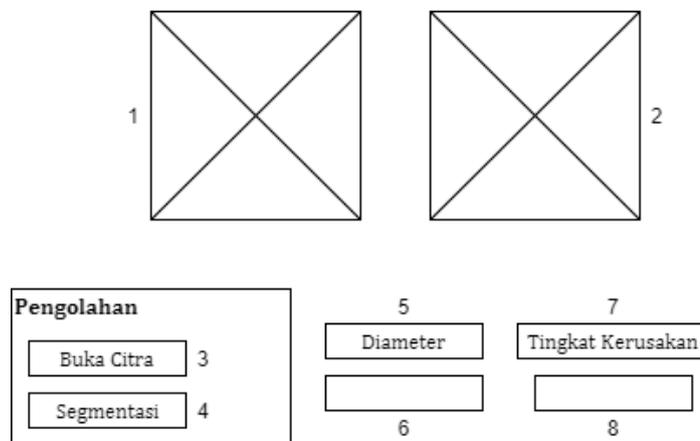
	304.4533	Rendah / Low
	41.5666	Rendah / Low
	43.7747	Rendah / Low
	55.463	Rendah / Low
	95.4865	Rendah / Low
	152.5609	Rendah / Low
	287.9733	Rendah / Low

Pada Tabel 4.4 dapat dilihat bahwa dari 27 citra hasil identifikasi tingkat kerusakan pada citra jalan berlubang adalah Rendah / Low.

4.1.4 Rancangan Antarmuka Aplikasi

Aplikasi berbasis GUI yang dibangun terdiri dari menu untuk memilih citra, segmentasi, menghitung diameter citra jalan berlubang, hingga mengidentifikasi tingkat kerusakan pada jalan raya tersebut. Aplikasi ini dibangun dengan memanfaatkan komponen-komponen GUI yang telah disediakan pada program Matlab 2017a seperti *axes*, *push botton*, *edit text*, dan *statistic text*. Rancangan aplikasi ditampilkan pada Gambar 4.1.

IDENTIFIKASI TINGKAT KERUSAKAN JALAN BERLUBANG



Gambar 4. 1 Rancangan Antarmuka Aplikasi

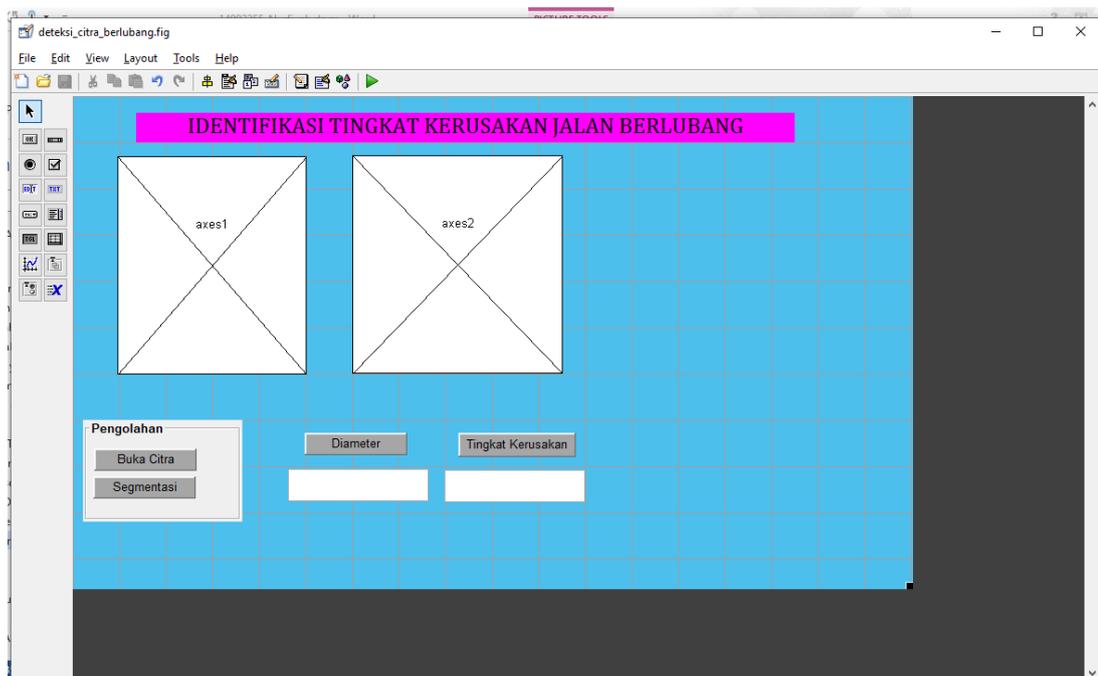
Berikut keterangan dari setiap komponen yang ditampilkan.

1. *Axes* untuk menampilkan citra asli jalan raya berlubang.
2. *Axes* untuk menampilkan hasil segmentasi dari citra jalan raya berlubang.
3. *Push Botton* tombol untuk memilih citra asli jalan berlubang yang akan ditampilkan.
4. *Push Botton* tombol untuk melakukan segmentasi pada citra jalan berlubang dari citra asli yang telah ditampilkan.
5. *Push Botton* tombol untuk melakukan penghitungan diameter pada citra jalan berlubang dari citra yang telah disegmentasi.
6. *Edit text* untuk menampilkan hasil penghitungan diameter pada citra yang

telah disegmentasi.

7. *Push Botton* tombol untuk melakukan identifikasi tingkat kerusakan pada citra jalan raya berlubang setelah ketahui hasil dari diameter citra jalan berlubang.
8. *Edit text* untuk menampilkan hasil identifikasi tingkat kerusakan pada citra jalan raya berlubang.

Rancangan yang telah dibuat, kemudian akan didesain dan diimplementasikan pada program Matlab 2017a. Hasil dari desain antarmuka aplikasi dapat dilihat pada Gambar 4.2 dibawah ini.



Gambar 4. 2 Desain Antarmuka Pada Aplikasi Matlab 2017a

4.1.5 Implementasi pada aplikasi Matlab 2017a

Gambar-gambar yang ada dibawah ini merupakan hasil dari implementasi pada aplikasi Matlab 2017a yang dibuat dalam bentuk GUI. Gambar dibawah ini adalah tampilan awal dari program yang telah dirancang untuk memudahkan dalam mengidentifikasi tingkat kerusakan pada citra jalan raya berlubang.



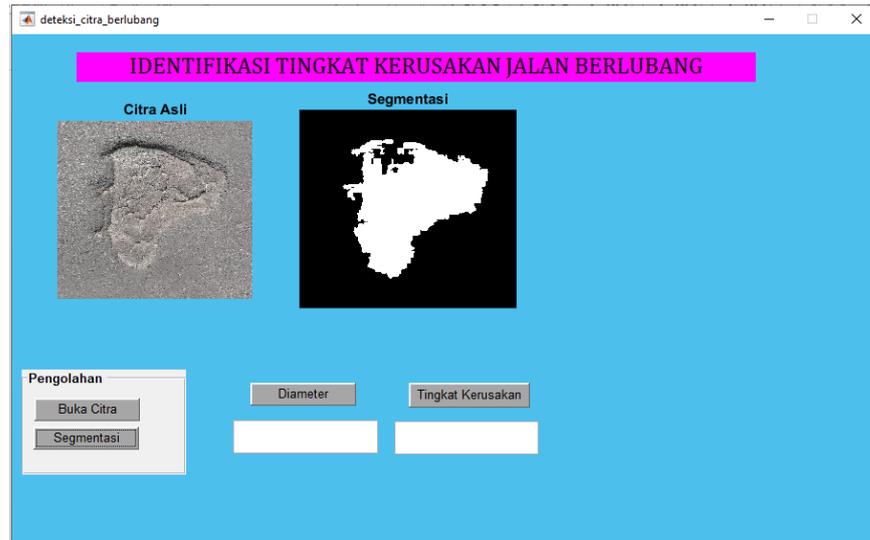
Gambar 4. 3 Tampilan Awal

Setelah klik buka citra maka *user* menunggu munculnya sebuah jendela ruang penyimpanan citra asli jalan raya berlubang yang telah disimpan pada folder. Kemudian akan muncul pada tampilan seperti pada Gambar 4.4.



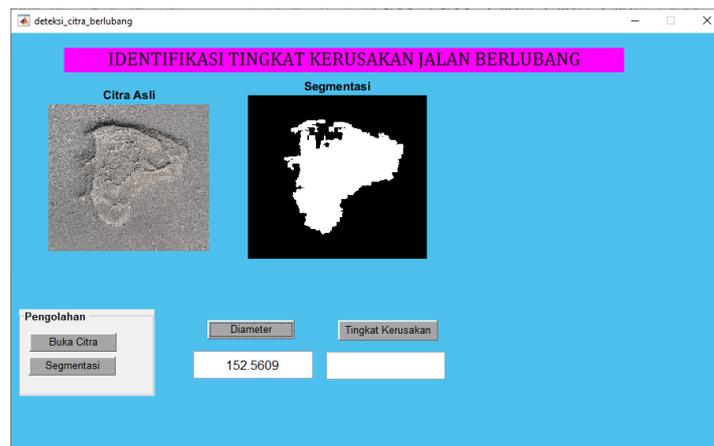
Gambar 4. 4 Menampilkan Citra Asli Pada Citra Jalan Raya Berlubang

Langkah berikutnya adalah melakukan segmentasi, *user* dapat menekan tombol *Segmentasi* untuk memunculkan hasil segmentasi pada citra asli jalan raya berlubang. Berikut gambar hasil dari segmentasi pada citra jalan raya berlubang terlihat pada Gambar 4.5.



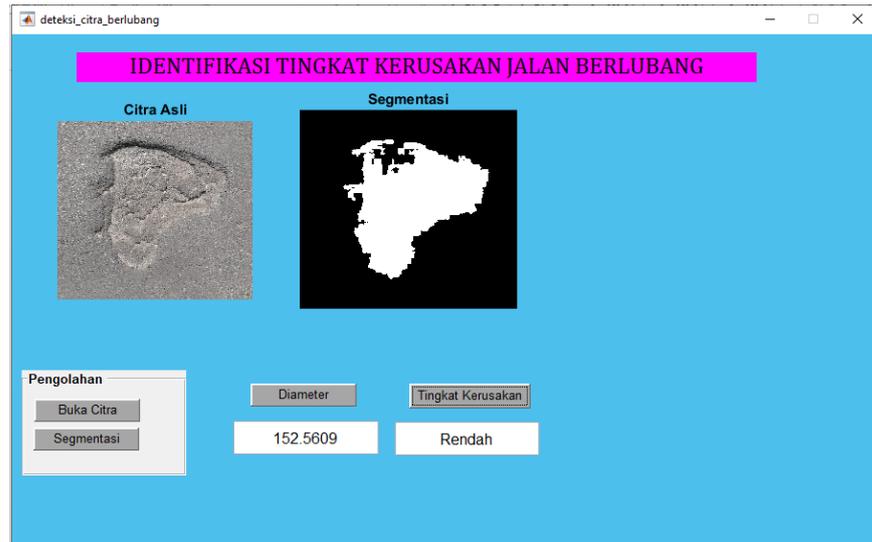
Gambar 4. 5 Tampilan Dari Hasil Segmentasi Citra

Selanjutnya adalah melakukan penghitungan diameter pada citra jalan raya berlubang yang telah disegmentasi. Berikut gambar dari hasil penghitungan diameter pada citra jalan raya berlubang terlihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4. 6 Tampilan Dari Hasil Penghitungan Diameter Citra Jalan Berlubang

Langkah terakhir yaitu *user* dapat mengidentifikasi tingkat kerusakan pada citra jalan raya berlubang dengan menekan tombol *tingkat kerusakan*. Maka hasil identifikasi akan muncul seperti pada tampilan Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Tampilan Dari Identifikasi Tingkat Kerusakan Pada Citra Jalan Raya Berlubang

4.1.6 Evaluasi dan Validasi Hasil

Pada tahapan ini dijelaskan mengenai proses evaluasi dari pengujian, seberapa baik dari hasil identifikasi dengan program yang telah dibuat. Dibawah ini merupakan penjabaran jumlah citra jalan berlubang pada data pengujian. Dari 27 data citra yang diuji, tidak semua terbaca dengan baik oleh rule program yang telah dibuat. Setelah diseleksi maka dapat terpilih 21 citra jalan raya berlubang yang tersegmentasi dan dapat dilakukan perhitungan diameter. Tabel 4.5 merupakan penjabaran dari jumlah data yang terseleksi.

Tabel 4. 5 Penjabaran Citra yang Tersegmentasi

No	Citra	Jumlah Citra yang Tersegmentasi	Jumlah citra yang tidak tersegmentasi
1.	Citra jalan raya berlubang	21	6

Pada Tabel 4.5 tertera bahwa ada 6 citra yang tidak dapat tersegmentasi dengan baik, hal tersebut dikarenakan pada faktor pengambilan gambar melalui kamera handphone yang mempengaruhi pencahayaan pada gambar yang diambil sehingga mengakibatkan ketika gambar di proses ada pencahayaan yang masuk dalam segmentasi tersebut.

BAB 5

PENUTUP

Dalam bagian ini kesimpulan yang diambil berdasarkan hasil dari penelitian disajikan dengan singkat, dan pada bagian akhir dikemukakan saran yang dapat menjadi masukan untuk penelitian selanjutnya.

5.1 Kesimpulan

1. Kesimpulan yang didapatkan pada penelitian ini adalah Algoritma *Thresholding* dan *K-Means* dengan region 1, dapat digunakan untuk segmentasi citra jalan berlubang, dengan melakukan pengujian terhadap 27 citra jalan berlubang, maka 21 citra dapat disegmentasi dengan baik.
2. Jika semua citra dapat dilakukan segmentasi dengan baik maka dapat dilakukan perhitungan diameter pada citra jalan raya berlubang tersebut, namun dalam pengujian penelitian ini dari total 27 citra hanya 21 citra yang mampu di segmentasikan dengan baik.
3. Pada penelitian ini juga dapat disimpulkan jika Algoritma *Thresholding* dan *K-Means* dapat digunakan untuk mengidentifikasi tingkat kerusakan pada citra jalan raya jika hasil segmentasi pada citra dapat dilakukan dengan baik.

5.2 Saran

Berikut merupakan beberapa saran yang diharapkan agar dapat memberikan perbaikan pada penelitian selanjutnya.

1. Dalam segmentasi citra jalan berlubang pada jalan raya menggunakan Algoritma *Thresholding* dan *K-Means*, ada beberapa citra yang tidak dapat disegmentasi dengan baik, pada penelitian selanjutnya diharapkan data citra yang diujikan semua dapat tersegmentasi dengan baik.
2. Dengan citra jalan berlubang yang digunakan, diharapkan dapat menggunakan dataset lebih banyak lagi agar lebih banyak lagi pengujian yang dilakukan.
3. Pada aplikasi yang dirancang memuat identifikasi tingkat kerusakan jalan raya yang berdasarkan dengan perhitungan diameter pada citra jalan raya

berlubang. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat menyempurnakan dari aplikasi yang telah dirancang agar dapat digunakan oleh masyarakat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] “Permen PUPR Nomor 28 tahun 2015.” 2015.
- [2] P. Yusuf Budiarto, “Deteksi Objek Lubang pada Citra Jalan Raya menggunakan Pengolahan Citra Digital,” *J. Komput. Terap.*, vol. 3, no. 2, pp. 109–118, 2017.
- [3] J. S. Miller and W. Y. Bellinger, “FHWA, Distress Identification manual for the Long-Term Pavement Performance Program. Report FHWA-HRT-13-092,” no. May, p. 142, 2014.
- [4] V. Annisah Putri, “Identifikasi Jenis Kerusakan pada Perkerasan Lentur,” *Rev. Bras. Ergon.*, vol. 9, no. 2, p. 10, 2016.
- [5] Y. Zhang, J. Zhang, T. Li, and K. Sun, “Road extraction and intersection detection based on tensor voting,” *Int. Geosci. Remote Sens. Symp.*, vol. 2016-Novem, pp. 1587–1590, 2016.
- [6] K. Rebai, N. Achour, and O. Azouaoui, “Road intersection detection and classification using hierarchical SVM classifier,” *Adv. Robot.*, vol. 28, no. 14, pp. 929–941, 2014.
- [7] V. Tumen, O. Yildirim, and B. Ergen, “Recognition of road type and quality for advanced driver assistance systems with deep learning,” *Elektron. ir Elektrotehnika*, vol. 24, no. 6, pp. 67–74, 2018.
- [8] T. H. Andika and N. S. Anisa, “Sistem Identifikasi Citra Daun Berbasis Segmentasi Dengan Menggunakan Metode K-Means Clustering,” vol. 2, no. 1, pp. 9–17.
- [9] W. S. J. S, Y. V. Via, and R. H. Setiawan, “SEGMENTASI OBJEK BUAH PADA CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN METODE K-MEANS CLUSTERING,” vol. X, pp. 69–74, 2015.
- [10] “No Title.”
- [11] “DETEKSI EMBRIO AYAM BERDASARKAN CITRA GRAYSCALE MENGGUNAKAN K-MEANS AUTOMATIC THRESHOLDING Paulus Harsadi 1),” pp. 49–56.
- [12] B. D. Idestio, T. Agung, and B. Wirayuda, “Alternative of Pothole Area Measurement Based-on Video using Threshold-based Marking and GLCM Alternatif Pengukuran Luas Lubang Jalan Berbasis Data Video Menerapkan Threshold-based Marking dan GLCM,” vol. 7, no. 2, 2013.
- [13] M. Y. Shahin and J. A. Walther, “Pavement Maintenance Management PAVER System,” *Tehchnical Dep. Army*, 1990.

- [14] Dharminto, “Metode Penelitian dan Penelitian Sampel,” *Br. J. Educ. Stud.*, vol. 55, no. 4, pp. 468–469, 2007.
- [15] D. Priyono., *Metode Penelitian Kuantitatif*. 2008.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

A. Biodata Mahasiswa

N I M : 14002255
Nama Lengkap : Nurfiyah
Tempat dan Tanggal Lahir : Bekasi, 12 Juli 1994
Jenis Kelamin : Perempuan
Alamat : Perum. Mahkota Indah Blok GB 2 No. 3
kelurahan Mangun Jaya. Kecamatan Tambun
Selatan. Kab. Bekasi 171151

B. Riwayat Pendidikan Formal dan Non Formal

1. SD Negeri Pejuan V Bekasi, Lulus tahun 2006
2. SMP Negeri 19 Bekasi, Lulus tahun 2009
3. SMA Negeri 1 Tarumajaya, Lulus tahun 2012
4. Strata I Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, Bekasi Fakultas Tekni
Program Studi Teknik Informatika, Lulus tahun 2016

C. Riwayat Pengalaman Organisasi/Pekerjaan

C.1. Organisasi

1. Menjadi Danton Putri Pramuka SMPN 19 Bekasi tahun 2007 sampai dengan 2008.
2. Menjadi pengurus pemangku adat pramuka SMAN 1 Tarumajaya, tahun 2010 sampai dengan 2012.
3. Menjadi ketua BEM Jurusan Teknik Informatika Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, tahun 2014 sampai dengan 2015
4. Menjadi pengurus di LDK Kimura Universitas Bhayangkara Jakarta Raya, tahun 2014 sampai dengan 2016.
5. Menjadi pengurus di Kesatuan Aksi Mahasiswa Muslim Indonesia (KAMMI), tahun 2016 sampai dengan 2019.

C.2. Pekerjaan

1. Tahun 2013 sampai dengan September 2015 pernah bekerja pada Language Techno Center (LTC) sebagai Guru private matematika, fisika, dan kimia.
2. Tahun 2015 sampai dengan sekarang bekerja pada Universitas Bhayangkara Jakarta Raya sebagai Staff IT.



Bekasi, 30 Juli 2020

Nurfiyah

	LEMBAR BIMBINGAN TESIS
	STMIK NUSA MANDIRI

NIM : 14002255
 Nama Lengkap : Nurfiyah
 Dosen Pembimbing I : Dr. Yan Rianto, M.Eng
 Judul Tesis : “Identifikasi tingkat kerusakan jalan raya menggunakan *Thresholding* dan *K-Means*”

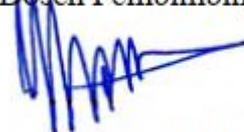
NO	Tanggal Bimbingan	Pokok Bahasan	Paraf Dosen Pembimbing I
1	6 April 2020	Pengajuan judul	
2	8 April 2020	Acc judul dan pengajuan proposal tesis	
3	4 Juni 2020	Pengajuan bab 1	
4	12 Juni 2020	Acc bab 1 dan pengajuan bab 2	
5	14 Juni 2020	Acc bab 2 dan pengajuan bab 3	
6	21 Juli 2020	Acc bab 3 dan pengajuan bab 4	
7	5 Juli 2020	Acc bab 4 dan pengajuan bab 5	
8	26 Juli 2020	Acc bab 5 dan Acc keseluruhan	

Catatan untuk dosen pembimbing

Bimbingan Tesis

- Dimulai pada tanggal : 6 April 2020
- Diakhiri pada tanggal : 26 Juli 2020
- Jumlah pertemuan bimbingan : 8 Kali Bimbingan

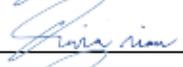
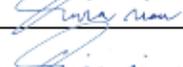
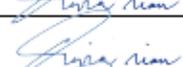
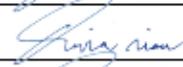
Disetujui oleh,
Dosen Pembimbing I



(Dr. Yan Rianto, M.Eng)

	LEMBAR BIMBINGAN TESIS
	STMIK NUSA MANDIRI

NIM : 14002255
 Nama Lengkap : Nurfiyah
 Dosen Pembimbing II : Dr. Dwiza Riana, S.Si., MM., M.Kom
 Judul Tesis : “Identifikasi tingkat kerusakan jalan raya menggunakan *Thresholding* dan *K-Means*”

NO	Tanggal Bimbingan	Pokok Bahasan	Paraf Dosen Pembimbing
1	6 april 2020	Pengajuan judul	
2	29 april 2020	Konsultasi Dataset	
3	30 juni 2020	Konsultasi Dataset	
4	3 agustus 2020	Pengajuan bab 2 dan bab 3	
5	4 agustus 2020	Konsultasi bab 4	
6	7 agustus 2020	Revisi bab 4	
7	8 agustus 2020	Revisi bab 4	
8	9 agustus 2020	Acc bab 5 dan Acc keseluruhan	

Catatan untuk dosen pembimbing

Bimbingan Tesis

- Dimulai pada tanggal : 6 April 2020
- Diakhiri pada tanggal : 9 Agustus 2020
- Jumlah pertemuan bimbingan : 8 Pertemuan

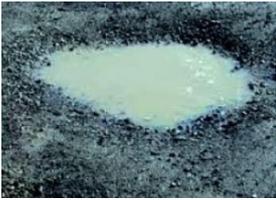
Disetujui oleh,
Dosen Pembimbing II



(Dr. Dwiza Riana, S.Si., MM., M.Kom)

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. Dataset Citra Asli Jalan Raya Berlubang

 <p>Gambar 1.jpg</p>	 <p>Gambar 2.jpg</p>	 <p>Gambar 3.jpg</p>
 <p>Gambar 4.jpg</p>	 <p>Gambar 5.jpg</p>	 <p>Gambar 6.jpg</p>
 <p>Gambar 7.jpg</p>	 <p>Gambar 8.jpg</p>	 <p>Gambar 9.jpg</p>
 <p>Gambar 10.jpg</p>	 <p>Gambar 11.jpg</p>	 <p>Gambar 12.jpg</p>
 <p>Gambar 13.jpg</p>	 <p>Gambar 14.jpg</p>	 <p>Gambar 15.jpg</p>
 <p>Gambar 16.jpg</p>	 <p>Gambar 17.jpg</p>	 <p>Gambar 18.jpg</p>

 <p data-bbox="379 421 577 456">Gambar 19.jpg</p>	 <p data-bbox="715 454 912 490">Gambar 20.jpg</p>	 <p data-bbox="1074 454 1272 490">Gambar 21.jpg</p>
 <p data-bbox="379 703 577 739">Gambar 22.jpg</p>	 <p data-bbox="715 703 912 739">Gambar 23.jpg</p>	 <p data-bbox="1074 703 1272 739">Gambar 24.jpg</p>
 <p data-bbox="379 987 577 1023">Gambar 25.jpg</p>	 <p data-bbox="715 996 912 1032">Gambar 26.jpg</p>	 <p data-bbox="1074 996 1272 1032">Gambar 27.jpg</p>