

**SISTEM TEMU KEMBALI CITRA LUBANG JALAN ASPAL
BERDASARKAN TINGKAT KERUSAKAN MENGGUNAKAN
EKSTRAKSI FITUR *GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE MATRIX***

SKRIPSI

Untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun oleh:
Anggita Mahardika
NIM: 145150207111154



PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2018

PENGESAHAN

SISTEM TEMU KEMBALI CITRA LUBANG JALAN ASPAL BERDASARKAN TINGKAT
KERUSAKAN MENGGUNAKAN EKSTRAKSI FITUR *GRAY LEVEL CO-OCCURRENCE*
MATRIX

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Komputer

Disusun Oleh :
Anggita Mahardika
NIM: 145150207111154

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada
18 Januari 2018

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing I



Yuita Arum Sari, S.Kom., M.Kom
NIK: 2016098807152001

Dosen Pembimbing II



Candra Dewi, S.Kom, M.Sc
NIP. 19771114 200312 2 001

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Informatika



Tri Astoto Kurniawan, S.T, M.T, Ph.D

NIP: 19710518200312 1 001

PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam naskah skripsi ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu perguruan tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur plagiasi, saya bersedia skripsi ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (sarjana) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, Pasal 25 ayat 2 dan Pasal 70).

Malang, 18 Januari 2018



Anggita Mahardika

NIM: 145150207111154

KATA PENGANTAR

Dengan menyebut nama Allah SWT Yang Maha Pengasih Lagi Maha Penyayang. Syukur Alhamdulillah tak henti-hentinya penulis panjatkan atas nikmat dan rahmat yang diberikan olehNya. Berkat pertolongan, kasih sayang dan izin Yang Kuasa, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi dengan judul “Sistem Temu Kembali Citra Lubang Jalan Aspal Berdasarkan Tingkat Kerusakan Menggunakan Ekstraksi Fitur *Gray Level Co-Occurrence Matrix*” tepat waktu. Tak luput pula shalawat serta salam penulis panjatkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga beserta para sahabat.

Melalui kesempatan ini, penulis sampaikan rasa hormat dan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan serta bantuan dalam penyelesaian skripsi ini. Pihak-pihak tersebut antara lain:

1. Ibu Yuita Arum Sari, S.Kom., M.Kom dan Ibu Candra Dewi, S.Kom, M.Sc selaku dosen pembimbing I dan dosen pembimbing II yang telah banyak memberikan bimbingan, ilmu dan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
2. Keluarga dari penulis terutama kedua orang tua, kakak dan adik penulis yang telah memberikan do’a, motivasi, kasih sayang serta dukungan materil.
3. Zulfikar Hardiansyah yang telah banyak membantu mulai dari pencarian data hingga membantu pengoreksian penulisan.
4. Sahabat tersayang, Zafira Pratiwi, Nanik Masrurotin, Hanif Hemas M, Afidatul Adn yang telah memberikan motivasi mulai dari sebelum menjadi mahasiswa hingga memperoleh gelar Sarjana.
5. Seluruh teman-teman angkatan 2014, Vina Meilia, Eka Yuni D, Amelia Achsandini P, Yane Marita, Nova Amynarto dan Reyhan Laksmada D, terutama yang telah mengisi hari-hari penulis selama menempuh pendidikan di FILKOM UB dan mendukung proses penyelesaian skripsi.
6. Para penghuni simbiosis mutualisme, Munir si IP 4, Kevin si Pipi Bakpao, Cakson si Mata Bisnis, Ajir si Arab. Terimakasih telah banyak berbagi ilmu, informasi dan canda tawanya selama masa perkuliahan.

Semoga jasa dan amal baik kita semua mendapatkan balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, kritik dan saran senantiasa penulis harapkan dari berbagai pihak untuk kesempurnaan skripsi ini.

Malang, 18 Januari 2018

Penulis

anggitamahardika@gmail.com

ABSTRAK

Kerusakan jalan raya di Indonesia sudah menjadi permasalahan yang cukup serius. Bahkan, kondisi jalan nasional di Jawa Timur saja kerusakannya sudah melebihi 40% dari total panjang jalan nasional di Jawa Timur. Kerusakan perkerasan permukaan jalan terutama lubang jalan sering kali mengganggu transportasi darat, bahkan tidak sedikit pula yang mengalami kecelakaan akibat adanya lubang jalan. Namun, penanganan perbaikan jalan dinilai masih lamban sehingga mengakibatkan bertambah parahnya kondisi kerusakan jalan. Salah satu faktor lamanya proses perbaikan jalan yaitu disebabkan oleh proses pencatatan kondisi kerusakan jalan yang masih dilakukan secara manual oleh tenaga kerja manusia sepenuhnya. Proses pencatatan secara manual tersebut bisa memakan waktu dua minggu untuk jalan sepanjang 1 km, belum lagi tingkat keakuratan yang rendah. Seiring berkembangnya teknologi, banyak penelitian bermunculan terkait sistem deteksi kerusakan jalan menggunakan pengolahan citra digital. Pada penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk membangun sistem temu kembali citra lubang jalan aspal berdasarkan tingkat kerusakan. Proses diawali dengan melakukan *pre-processing* untuk mendapatkan area lubang jalan tersegmentasi dan membuang area yang bukan lubang jalan. Selanjutnya dilakukan ekstraksi fitur tekstur menggunakan *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM). Fitur yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebanyak 52 fitur yang berasal dari 13 fitur dengan sudut 0° , 45° , 90° dan 135° . Dari 52 fitur tersebut dilakukan seleksi fitur menggunakan metode *Wrapper* dan CFS. Pengujian yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu pengujian terhadap nilai parameter *bilateral filter* yaitu diameter, σ_s dan σ_r , pengujian nilai parameter d pada GLCM, pengujian pengaruh seleksi fitur terhadap sistem temu kembali citra dan pengujian pengaruh waktu pengambilan citra. Hasil dari pengujian yang telah dilakukan yaitu didapatkan citra lubang jalan sebanyak 117 yang berhasil tersegmentasi dengan tepat pada diameter 101×101 , $\sigma_s = 75$ dan $\sigma_r = 75$. Penggunaan metode seleksi fitur *Wrapper* memberikan hasil rata-rata akurasi dan MAP yang lebih tinggi dibandingkan menggunakan metode seleksi fitur CFS maupun tidak menggunakan seleksi fitur. Akurasi dan MAP yang dihasilkan dari metode *Wrapper* dengan $d=1$ masing-masingnya yaitu sebesar 55.61% dan 0.710.

Kata kunci: sistem temu kembali citra, *gray level co-occurrence matrix*, *bilateral filtering*, deteksi tepi sobel, *otsu*, *manhattan distance*, *wrapper*, CFS, lubang jalan

ABSTRACT

Damaged road in Indonesia has become a serious problem. In fact, the national road condition in East Java has already exceeded 40% of the total national road length in East Java. Road surface pavement damage, especially potholes often disrupt land transportation, not even a few who have accidents due to a hole. However, the handling of road improvements is considered slow, resulting in worsening road damage conditions. One of the factors of the road repair slow process that is caused by the process of recording the condition of road damage that is still manually by human labor completely. Where the manual recording process can take two weeks to walk along 1 km, not to mention the low level of accuracy. Along with the development of technology, many emerging research related to road damage detection system using digital image processing. This research was conducted with purpose to build retrieval system asphalt pavement image based on level of damage. The process begins with pre-processing to get segmented holes and discard areas that are not road holes. The texture feature extracted using Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM). Features used in this research are as many as 52 features derived from 13 features with angles 0° , 45° , 90° and 135° . Of the 52 features performed feature selection using Wrapper and CFS methods. Tests conducted in this study are testing of bilateral filter parameter values of diameter, $\sigma_s=75$ $\sigma_r=75$, testing parameter values d in GLCM, testing the effect of feature selection on image retrieval system and testing the effect of image retrieval time. The result of the test that has been done is obtained 117 road hole image that successfully segmented properly on the diameter of 101×101 , $\sigma_s=75$ and $\sigma_r=75$. The use of Wrapper feature selection methods gives higher average accuracy and MAP results than using the CFS feature selection method or not using feature selection. Accuracy and MAP resulting from Wrapper method with $d=1$ respectively that is equal to 55.61% and 0.710.

Keywords: Image Retrieval, gray level co-occurrence matrix, bilateral filtering, sobel edge detection, otsu, manhattan distance, pothole

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------------------------------|
| PENGESAHAN | 2 |
| PERNYATAAN ORISINALITAS | 3 |
| KATA PENGANTAR..... | 4 |
| ABSTRAK..... | 5 |
| <i>ABSTRACT</i> | 6 |
| DAFTAR ISI..... | 7 |
| DAFTAR TABEL..... | 14 |
| DAFTAR GAMBAR..... | 11 |
| DAFTAR <i>SOURCECODE</i> | 14 |
| DAFTAR LAMPIRAN | 18 |
| BAB 1 PENDAHULUAN..... | Error! Bookmark not defined. |
| 1.1 Latar Belakang..... | Error! Bookmark not defined. |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | Error! Bookmark not defined. |
| 1.3 Tujuan | Error! Bookmark not defined. |
| 1.4 Manfaat..... | Error! Bookmark not defined. |
| 1.5 Batasan Masalah | Error! Bookmark not defined. |
| 1.6 Sistematika Pembahasan | Error! Bookmark not defined. |
| BAB 2 LANDASAN KEPUSTAKAAN | Error! Bookmark not defined. |
| 2.1 Kajian Pustaka | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2 Dasar Teori..... | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.1 Kerusakan Jalan Raya | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.2 Jenis Kerusakan Jalan | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.3 Lubang Jalan | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.4 <i>Content Base Image Retrieval (CBIR)</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.5 <i>Citra Grayscale</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.6 <i>Bilateral Filter</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.7 Deteksi Tepi Sobel | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.8 <i>Otsu Thresholding</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.9 <i>Dilation</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.10 <i>Erosion</i> | Error! Bookmark not defined. |

| | |
|---|-------------------------------------|
| 2.2.11 <i>Closing</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.12 GLCM | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.13 <i>Manhattan Distance</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.14 Metode Seleksi Fitur | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.15 Akurasi..... | Error! Bookmark not defined. |
| 2.2.16 <i>Mean Average Precision</i> (MAP) | Error! Bookmark not defined. |
| BAB 3 METODOLOGI | Error! Bookmark not defined. |
| 3.1 Studi Kepustakaan | Error! Bookmark not defined. |
| 3.2 Pengumpulan Data | Error! Bookmark not defined. |
| 3.3 Analisis Kebutuhan..... | Error! Bookmark not defined. |
| 3.4 Perancangan | Error! Bookmark not defined. |
| 3.5 Implementasi | Error! Bookmark not defined. |
| 3.6 Pengujian dan Analisis | Error! Bookmark not defined. |
| 3.7 Penutup..... | Error! Bookmark not defined. |
| BAB 4 PERANCANGAN..... | Error! Bookmark not defined. |
| 4.1 Perancangan Algoritme | Error! Bookmark not defined. |
| 4.1.1 <i>Pre-Processing</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 4.1.1.1 <i>Grayscale</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 4.1.1.2 <i>Bilateral filter</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 4.1.1.3 Deteksi Tepi Sobel | Error! Bookmark not defined. |
| 4.1.1.4 <i>Otsu Thresholding</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 4.1.1.5 <i>Closing</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 4.1.1.6 <i>Erosion</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 4.1.2 Ekstraksi Tekstur GLCM..... | Error! Bookmark not defined. |
| 4.1.2.1 Proses Pehitungan GLCM | Error! Bookmark not defined. |
| 4.1.2.2 Ekstraksi Fitur GLCM..... | Error! Bookmark not defined. |
| 4.1.3 Proses Metode <i>Manhattan Distance</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 4.2 Perhitungan Manual | Error! Bookmark not defined. |
| 4.2.1 <i>Pre-Processing</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 4.2.1.1 <i>Grayscale</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 4.2.1.2 <i>Bilateral Filtering</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 4.2.1.3 Deteksi Tepi Sobel | Error! Bookmark not defined. |

| | | |
|---------|--|-------------------------------------|
| 4.2.1.4 | <i>Otsu Thresholding</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 4.2.1.5 | <i>Closing</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 4.2.1.6 | <i>Erosion</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 4.2.1.7 | Hasil <i>Pre-processing</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 4.2.2 | Ekstraksi Tekstur GLCM..... | Error! Bookmark not defined. |
| 4.2.3 | Perhitungan <i>Manhattan Distance</i> ... | Error! Bookmark not defined. |
| 4.3 | Perancangan Skenario Pengujian | Error! Bookmark not defined. |
| BAB 5 | IMPLEMENTASI | Error! Bookmark not defined. |
| 5.1 | Lingkungan Implementasi..... | Error! Bookmark not defined. |
| 5.1.1 | Lingkungan <i>Hardware</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 5.1.2 | Lingkungan <i>Software</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 5.2 | Batasan Implementasi | Error! Bookmark not defined. |
| 5.3 | Implementasi Aplikasi..... | Error! Bookmark not defined. |
| 5.3.1 | <i>Pre-Processing</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 5.3.1.1 | Implementasi <i>Grayscale</i> ing | Error! Bookmark not defined. |
| 5.3.1.2 | Implementasi <i>Bilateral Filter</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 5.3.1.3 | Implementasi Deteksi Tepi Sobel..... | Error! Bookmark not defined. |
| 5.3.1.4 | Implementasi <i>Thresholding</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 5.3.1.5 | Implementasi <i>Closing</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 5.3.1.6 | Implementasi <i>Erosion</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 5.3.2 | Implementasi GLCM..... | Error! Bookmark not defined. |
| 5.3.2.1 | Implementasi Penentuan Matriks Awal GLCM | Error! Bookmark not defined. |
| 5.3.2.2 | Implementasi Ekstraksi Fitur | Error! Bookmark not defined. |
| 5.3.3 | Implementasi <i>Manhattan Distance</i> | Error! Bookmark not defined. |
| BAB 6 | PENGUJIAN DAN ANALISIS..... | Error! Bookmark not defined. |
| 6.1 | Skenario Pengujian dan Analisis | Error! Bookmark not defined. |
| 6.1.1 | Pengujian nilai diameter <i>kernel bilateral filter</i> , σ_s dan σ_r | Error! Bookmark not defined. |
| 6.1.2 | Pengujian pada nilai <i>d</i> | Error! Bookmark not defined. |
| 6.1.3 | Pengujian metode seleksi fitur..... | Error! Bookmark not defined. |
| 6.1.4 | Pengujian berdasarkan waktu pengambilan citra..... | Error! Bookmark not defined. |

| | |
|---------------------|-------------------------------------|
| BAB 7 PENUTUP | Error! Bookmark not defined. |
| 7.1 Kesimpulan..... | Error! Bookmark not defined. |
| 7.2 Saran | Error! Bookmark not defined. |
| DAFTAR PUSTAKA..... | Error! Bookmark not defined. |

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1 (a) Lubang jalan aspal rusak ringan, (b) Lubang jalan aspal rusak sedang, (c) Lubang jalan aspal rusak parah**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.2 Konsep Umum CBIR**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.3 Citra *grayscale* dengan beragam tekstur**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.4 Citra *bilateral filter* dengan nilai $G_{\sigma s}$ dan $G_{\sigma r}$ yang berbeda-beda**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.5 Citra hasil deteksi tepi operator sobel ..**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.6 *Kernel* operator sobel.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.7 Efek dilasi dengan hotspot *vertical***Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.8 Contoh visualisasi operasi erosi**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.9 Ilustrasi penentuan nilai awal matriks GLCM**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.10 Hasil pembentukan GLCM simetris.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.11 Hasil GLCM matriks normalisasi.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.12 *Pixel* dengan berbagai sudut.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 2.13 Ilustrasi matriks *co-ocurrence*.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 3.1 Diagram alir metodologi penelitian**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.1 Diagram alir sistem.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.2 Diagram alir *pre-processing***Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.3 Diagram alir *grayscale*.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.4 Diagram alir *bilateral filter***Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.5 Diagram Alir Keseluruhan dari Deteksi Tepi sobel**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.6 Diagram alir perhitungan nilai ambang.**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.7 Diagram alir *thresholding*.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.8 Diagram alir *closing***Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.9 Diagram alir *dilation***Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.10 Diagram alir *erosion***Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.11 Diagram alir perubahan citra biner menjadi *grayscale*.....**Error! Bookmark not defined.**
- Gambar 4.12 Diagram alir GLCM**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.13 Diagram alir perhitungan matriks *glcm* **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.14 Diagram alir perhitungan ekstraksi fitur *glcm* **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.15 Diagram alir perhitungan ekstraksi fitur *entropy* **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.16 Diagram alir proses perhitungan metode *manhattan distance* **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.17 Diagram alir perhitungan jarak *euclidean* **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.18 Potongan citra jalan berlubang dengan ukuran *pixel* 9x10 **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.19 Citra berukuran 816x580 hasil *bilateral filter* **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.20 Citra berukuran 816x580 hasil deteksi tepi sobel **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.21 Citra berukuran 816x580 hasil *thresholding* **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.22 Citra berukuran 816x580 hasil morfologi *closing* **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.23 Citra berukuran 816x580 hasil morfologi *erosion* **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.24 Citra hasil *pre-processing* Gambar 4.19 **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.25 Citra berukuran 816x580 hasil *pre-processing* **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.26 Gambar *co-occurrence pixel* (0,0) sudut 0° dan $d=1$ **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.27 Gambar *co-occurrence pixel* (0,0) sudut 45° dan $d=1$ **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.28 Gambar *co-occurrence pixel* (0,0) sudut 90° dan $d=1$ **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 4.29 Gambar *co-occurrence pixel* (0,0) sudut 135° dan $d=1$ **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 6.1 Hasil *filter bilateral* dan *pre-processing* akhir dengan ukuran diameter *kernel* yang berbeda-beda pada basis data ke-27 **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 6.2 Hasil *filter bilateral* dan *pre-processing* akhir dengan nilai σ_s yang berbeda-beda pada data ke-27**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 6.3 Hasil *filter bilateral* dan *pre-processing* akhir dengan nilai σ_r yang berbeda-beda pada data ke-27**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 6.4 Grafik hasil pengujian nilai d **Error! Bookmark not defined.**

Gambar 6.5 Grafik rata-rata akurasi pada tiap-tiap metode seleksi fitur**Error! Bookmark not defined.**

Gambar 6.6 Grafik rata-rata MAP pada tiap-tiap metode seleksi fitur**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR TABEL

| | |
|--|------------------------------|
| Tabel 2.1 Kajian pustaka | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 2.2 Tingkat kerusakan lubang jalan | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.1 Nilai <i>red</i> dari Gambar 4.32 | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.2 Nilai <i>green</i> dari Gambar 4.32 | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.3 Nilai <i>blue</i> dari Gambar 4.32..... | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.4 Hasil perhitungan <i>grayscale</i> | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.5 Nilai citra <i>grayscale</i> dengan <i>padding</i> | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.6 <i>Pixel</i> 3x3 (<i>P</i>) pada citra <i>grayscale</i> di titik (1,1) | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.7 Hasil perhitungan <i>bilateral filter</i> | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.8 Nilai citra <i>bilateral filter</i> dengan <i>padding</i> . | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.9 Nilai citra <i>bilateral filter</i> dengan <i>padding</i> (lanjutan) | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.10 Hasil perhitungan deteksi tepi sobel | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.11 Hasil perhitungan normalisasi deteksi tepi sobel | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.12 Nilai histogram citra deteksi tepi sobel... | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.13 Nilai normalisasi histogram | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.14 Nilai kumulatif $\omega_1(t)$ | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.15 Nilai kumulatif $\omega_2(t)$ | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.16 Nilai <i>mean</i> $\mu_1(t)$ | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.17 Nilai <i>mean</i> $\mu_2(t)$ | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.18 Nilai <i>variance</i> $\sigma_{12}(t)$ | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.19 Nilai <i>variance</i> $\sigma_{22}(t)$ | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.20 Nilai bobot antar kelas <i>variance</i> $\sigma_{B2}(t)$ | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.21 Hasil perhitungan <i>thresholding</i> | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.22 <i>Mask dilation</i> 3x3 operasi <i>closing</i> | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.23 Titik tengah (1,1) berdasarkan Tabel 4.20 | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.24 Hasil <i>dilation</i> pada titik tengah (1,1) | Error! Bookmark not defined. |
| Tabel 4.25 Hasil perhitungan <i>dilation</i> operasi <i>closing</i> | Error! Bookmark not defined. |

Tabel 4.26 *Mask erosion* 3x3 operasi *closing*.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.27 Titik tengah (1,1) berdasarkan Tabel 4.24**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.28 Hasil *erosion* pada titik tengah (0,8).....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.29 Hasil perhitungan *erosion* operasi *closing***Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.30 Hasil perhitungan *erosion***Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.31 Hasil *pre-processing***Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.32 Tabel *co-occurrence* GLCM sudut 0° dari Gambar 4.27**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.33 Tabel *co-occurrence* GLCM sudut 45° dari Gambar 4.28**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.34 Tabel *co-occurrence* GLCM sudut 90° dari Gambar 4.29**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.35 Tabel *co-occurrence* GLCM sudut 135° dari Gambar 4.30**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.36 Nilai P_{x+y} sudut 0° **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.37 Nilai P_{x-y} sudut 0° **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.38 Nilai P_x sudut 0° **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.39 Nilai P_y Sudut 0° **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.40 Nilai P_{x+y} Sudut 45° **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.41 Nilai P_{x-y} sudut 45° **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.42Nilai P_x sudut 45° **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.43 Nilai P_y sudut 0° **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.44 Nilai P_{x+y} sudut 90° **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.45 Nilai P_{x-y} sudut 90° **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.46 Nilai P_x sudut 90° **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.47 Nilai P_y sudut 90° **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.48 Nilai P_{x+y} sudut 135° **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.49 Nilai P_{x-y} sudut 135° **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.50 Nilai P_x sudut 135° **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.51 Nilai P_y sudut 135° **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.52 Basis data.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.53 Basis data.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.54 Hasil perhitungan jarak *manhattan***Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.55 Hasil jarak *manhattan* terurut.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.56 Data perhitungan jarak *manhattan* terurut sejumlah $n=5$ **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.57 Pengujian nilai diameter *kernel bilateral filter*, σ_s dan σ_r **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.58 Pengujian pada nilai d **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.59 Pengujian metode seleksi fitur menggunakan *unranked retrieval Akurasi*.....**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.60 Pengujian metode seleksi fitur menggunakan *ranked retrieval MAP***Error! Bookmark not defined.**

Tabel 4.61 Pengujian berdasarkan waktu pengambilan citra**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.1 Pengujian nilai diameter *kernel bilateral filter*, σ_s dan σ_r **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.2 Pengujian pada nilai d **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.3 Hasi fitur yang terbentuk dari seleksi fitur**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.4 Pengujian metode seleksi fitur menggunakan *unranked retrieval Akurasi*, $d=1$**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.5 Pengujian metode seleksi fitur menggunakan *ranked retrieval MAP*, $d=1$ **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.6 Pencocokan kelas temu kembali dengan kelas aktual pada data ke-4, $n=10$ dan $d=1$**Error! Bookmark not defined.**

Tabel 6.7 Pengujian berdasarkan waktu pengambilan citra**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR SOURCECODE

Sourcecode 5.1 Implementasi fungsi `grayscale()` ...**Error! Bookmark not defined.**

Sourcecode 5.2 Implementasi fungsi `bilateralFilter()`**Error! Bookmark not defined.**

Sourcecode 5.4 Implementasi Perhitungan Jarak**Error! Bookmark not defined.**

Sourcecode 5.5 Implementasi Perhitungan *Gaussian***Error! Bookmark not defined.**

Sourcecode 5.6 Implementasi fungsi `padding()`**Error! Bookmark not defined.**

Sourcecode 5.7 Implementasi fungsi perhitungan `Sobel()`**Error! Bookmark not defined.**

Sourcecode 5.8 Implementasi fungsi `nilaiThresh()` ...**Error! Bookmark not defined.**

Sourcecode 5.9 Implementasi fungsi `thresholding()` **Error! Bookmark not defined.**

Sourcecode 5.10 Implementasi fungsi `dilate()`**Error! Bookmark not defined.**

Sourcecode 5.11 Implementasi fungsi `erosion()`**Error! Bookmark not defined.**

Sourcecode 5.12 Implementasi fungsi `hasilPreprocessing()`**Error! Bookmark not defined.**

Sourcecode 5.13 Implementasi fungsi `matriksglcm()`**Error! Bookmark not defined.**

Sourcecode 5.14 Implementasi fungsi `entropy()`**Error! Bookmark not defined.**

Sourcecode 5.15 Implementasi fungsi `fiturglcm()`**Error! Bookmark not defined.**

Sourcecode 5.16 Implementasi fungsi `manhattan()` .**Error! Bookmark not defined.**

Sourcecode 5.17 Implementasi fungsi `sort()`**Error! Bookmark not defined.**

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A TABEL HASIL PERHITUNGAN OTSU THRESHOLDING **Error! Bookmark not defined.**

- A.1 Nilai normalisasi histogram **Error! Bookmark not defined.**
- A.1 Nilai kumulatif $\omega_1(t)$ **Error! Bookmark not defined.**
- A.2 Nilai kumulatif $\omega_2(t)$ **Error! Bookmark not defined.**
- A.3 Nilai *mean* $\mu_1(t)$ **Error! Bookmark not defined.**
- A.4 Nilai *mean* $\mu_2(t)$ **Error! Bookmark not defined.**
- A.5 Nilai *variance* $\sigma_{12}(t)$ **Error! Bookmark not defined.**
- A.6 Nilai *variance* $\sigma_{22}(t)$ **Error! Bookmark not defined.**
- A.7 Nilai *variance* $\sigma_{B2}(t)$ **Error! Bookmark not defined.**

LAMPIRAN B TABEL HASIL PERHITUNGAN EKSTRAKSI TEKSTUR GLCM..... **Error! Bookmark not defined.**

- B.1 Nilai P_{x+y} sudut 0° **Error! Bookmark not defined.**
- B.2 Nilai P_{x-y} sudut 0° **Error! Bookmark not defined.**
- B.3 Nilai P_x sudut 0° **Error! Bookmark not defined.**
- B.4 Nilai P_y sudut 0° **Error! Bookmark not defined.**
- B.5 Nilai P_{x+y} sudut 45° **Error! Bookmark not defined.**
- B.6 Nilai P_{x-y} sudut 45° **Error! Bookmark not defined.**
- B.7 Nilai P_x sudut 45° **Error! Bookmark not defined.**
- B.8 Nilai P_y sudut 45° **Error! Bookmark not defined.**
- B.9 Nilai P_{x+y} sudut 90° **Error! Bookmark not defined.**
- B.10 Nilai P_{x-y} sudut 90° **Error! Bookmark not defined.**
- B.11 Nilai P_x sudut 90° **Error! Bookmark not defined.**
- B.12 Nilai P_y sudut 90° **Error! Bookmark not defined.**
- B.13 Nilai P_{x+y} sudut 135° **Error! Bookmark not defined.**
- B.14 Nilai P_{x-y} sudut 135° **Error! Bookmark not defined.**
- B.15 Nilai P_x sudut 135° **Error! Bookmark not defined.**
- B.16 Nilai P_y sudut 135° **Error! Bookmark not defined.**

LAMPIRAN C HASIL PENGUJIAN SISTEM TEMU KEMBALI CITRA LUBANG JALAN ASPAL BERDASARKAN TINGKAT KERUSAKAN **Error! Bookmark not defined.**

- C.1 Hasil Temu Kembali Citra data ke-1 dengan metode *Wrapper*, $n=10$ dan $d=1$ **Error! Bookmark not defined.**

- C.2 Hasil Temu Kembali Citra data ke-2 dengan metode *Wrapper*, $n=10$ dan $d=1$ **Error! Bookmark not defined.**
- C.3 Hasil Temu Kembali Citra data ke-3 dengan metode *Wrapper*, $n=10$ dan $d=1$ **Error! Bookmark not defined.**
- C.4 Hasil Temu Kembali Citra data ke-4 dengan metode *Wrapper*, $n=10$ dan $d=1$ **Error! Bookmark not defined.**
- C.5 Hasil Temu Kembali Citra data ke-5 dengan metode *Wrapper*, $n=10$ dan $d=1$ **Error! Bookmark not defined.**
- C.6 Hasil Temu Kembali Citra data ke-6 dengan metode *Wrapper*, $n=10$ dan $d=1$ **Error! Bookmark not defined.**
- C.7 Hasil Temu Kembali Citra data ke-7 dengan metode *Wrapper*, $n=10$ dan $d=1$ **Error! Bookmark not defined.**
- C.8 Hasil Temu Kembali Citra data ke-8 dengan metode *Wrapper*, $n=10$ dan $d=1$ **Error! Bookmark not defined.**
- C.9 Hasil Temu Kembali Citra data ke-9 dengan metode *Wrapper*, $n=10$ dan $d=1$ **Error! Bookmark not defined.**
- C.10 Hasil Temu Kembali Citra data ke-10 dengan metode *Wrapper*, $n=10$ dan $d=1$ **Error! Bookmark not defined.**
- C.11 Hasil Temu Kembali Citra data ke-11 dengan metode *Wrapper*, $n=10$ dan $d=1$ **Error! Bookmark not defined.**
- C.12 Hasil Temu Kembali Citra data ke-12 dengan metode *Wrapper*, $n=10$ dan $d=1$ **Error! Bookmark not defined.**
- C.13 Hasil Temu Kembali Citra data ke-13 dengan metode *Wrapper*, $n=10$ dan $d=1$ **Error! Bookmark not defined.**
- C.14 Hasil Temu Kembali Citra data ke-14 dengan metode *Wrapper*, $n=10$ dan $d=1$ **Error! Bookmark not defined.**
- C.15 Hasil Temu Kembali Citra data ke-15 dengan metode *Wrapper*, $n=10$ dan $d=1$ **Error! Bookmark not defined.**
- C.16 Hasil Temu Kembali Citra data ke-16 dengan metode *Wrapper*, $n=10$ dan $d=1$ **Error! Bookmark not defined.**
- C.17 Hasil Temu Kembali Citra data ke-17 dengan metode *Wrapper*, $n=10$ dan $d=1$ **Error! Bookmark not defined.**