

**Sistem Pendeteksi Kerusakan Batuan Candi pada Citra Digital di Balai  
Konservasi Borobudur**

**SKRIPSI**



disusun oleh :

**Ulfa Lutfiyana**

**17.22.1988**

**PROGRAM SARJANA  
PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA**

**2019**

**Sistem Pendeteksi Kerusakan Batuan Candi pada Citra Digital di Balai  
Konservasi Borobudur**

**SKRIPSI**

Untuk memenuhi sebagian persyaratan  
mencapai derajat Sarjana S1 pada  
Program Studi Sistem Informasi



disusun oleh :

**Ulfa Lutfiyana**

**17.22.1988**

**PROGRAM SARJANA  
PROGRAM STUDI SISTEM INFORMASI  
FAKULTAS ILMU KOMPUTER  
UNIVERSITAS AMIKOM YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA**

**2019**

# PERSETUJUAN

## SKRIPSI

### SISTEM PENDETEKSI KERUSAKAN BATUAN CANDI PADA CITRA DIGITAL DI BALAI KONSERVASI BOROBUDUR

yang dipersiapkan dan disusun oleh

**Ulfa Lutfiyana**

17.22.1988

telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Skripsi  
pada tanggal 2 November 2018

Dosen Pembimbing,

Dr. Kusriani, M. Kom.  
NIK. 190302106

# PENGESAHAN

## SKRIPSI

### SISTEM PENDETEKSI KERUSAKAN BATUAN CANDI PADA CITRA DIGITAL DI BALAI KONSERVASI BOROBUDUR

yang dipersiapkan dan disusun oleh

**Ulfa Lutfiyana**

**17.22.1988**

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
pada tanggal 19 Maret 2019

#### Susunan Dewan Penguji

**Nama Penguji**

**Tanda Tangan**

**Dr. Kusriani, M. Kom.**  
**NIK. 190302106**

**Erni Seniwati, M. Cs.**  
**NIK. 190302231**

**Ike Verawati, M.Kom.**  
**NIK. 190302237**

Skripsi ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan  
untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer  
tanggal 25 Maret 2019



**DEKAN FAKULTAS ILMU KOMPUTER**

**Krisnawati, S.Si, M.T.**  
**NIK. 190302038**

## PERNYATAAN

Saya yang bertandatangan dibawah ini menyatakan bahwa, skripsi ini merupakan karya saya sendiri (ASLI), dan isi dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademis di suatu institusi pendidikan tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis dan/atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Segala sesuatu yang terkait dengan naskah dan karya yang telah dibuat adalah menjadi tanggungjawab saya pribadi.

Yogyakarta, 25 Maret 2019



Ulfa Lutfiyana  
NIM. 17.22.1988

## MOTTO

*“Allah akan mengangkat derajat orang-orang beriman dan orang-orang berilmu diantara kalian”*

*“Hakikatnya hidup ini adalah pemberian, jadi dalam keadaan apapun sebisa mungkin kita bisa memberikan yang terbaik” - K.H Jalal Syuyuti*

*“We are all human; seeking, learning, growing. We all make mistakes and wish to be/do better. Remember to be gentle with yourself and others” -Dulceruby*



## PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, puji syukur kehadiran Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang dipersembahkan untuk :

1. Bapak Imam Hambali, Ibu Siti Waringah yang selalu menyemangati, mendukung dan mendoakan penulis untuk segera menyelesaikan Skripsi.
2. Kedua adik ku, Ahmad Saiful Mujab sebagai teman berbagi laptop untuk menyelesaikan tugas masing-masing dan Naila Fatimatuz Zahra yang selalu menghibur penulis, serta mbak Nisa dan mas Ahya yang selalu menanyakan kapan lulus.
3. Assa, mbak Ika, Festine, mbak Pucil, Upi dan Rini yang telah memberi semangat dan membersamai penulis dalam menempuh studi Transfer S1-SI di Universitas Amikom Yogyakarta ini.
4. Mas Hari selaku koordinator tim monitoring keterawatan batuan candi di Balai Konservasi Borobudur.
5. Dan seluruh pihak yang telah membantu dalam pengerjaan Skripsi yang tidak dapat disebutkan satu persatu.



## KATA PENGANTAR

Assalamualaikum, wr. Wb.

Puji syukur kehadiran Allah SWT, karena atas berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “ Sistem Pendeteksi Kerusakan Batuan Candi pada Citra Digital di Balai Konservasi Borobudur” ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh derajat Sarjana Sistem Informasi Universitas Amikom Yogyakarta.

Dalam penyusunan Skripsi ini penulis tidak lepas dari dukungan, bimbingan, dan bantuan dari berbagai pihak, diantaranya :

1. Bapak Prof. Dr. M. Suyanto, M.M. selaku Rektor Universitas Amikom Yogyakarta.
2. Ibu Dr. Kusriani, M.Kom. selaku Direktur Program Pascasarjana dan Ketua Program Studi S2 Teknik Informatika Universitas Amikom Yogyakarta sekaligus dosen pembimbing selama pengerjaan skripsi.
3. Seluruh Dosen Universitas Amikom Yogyakarta yang telah memberikan banyak ilmu dan bantuan kepada penulis.
4. Bapak Drs. Tri Hartono, M.Hum. selaku Kepala Balai Konservasi Borobudur.
5. Bapak Yudi Suhartono, M.A. selaku Kepala Seksi Balai Konservasi Borobudur.
6. Hari Setyawan, S.S., M.T. selaku koordinator tim monitoring dan evaluasi keterawatan batu Candi Borobudur, Candi Mendut dan Candi Pawon.

Yogyakarta, 25 Maret 2018

Ulfa Lutfiyana



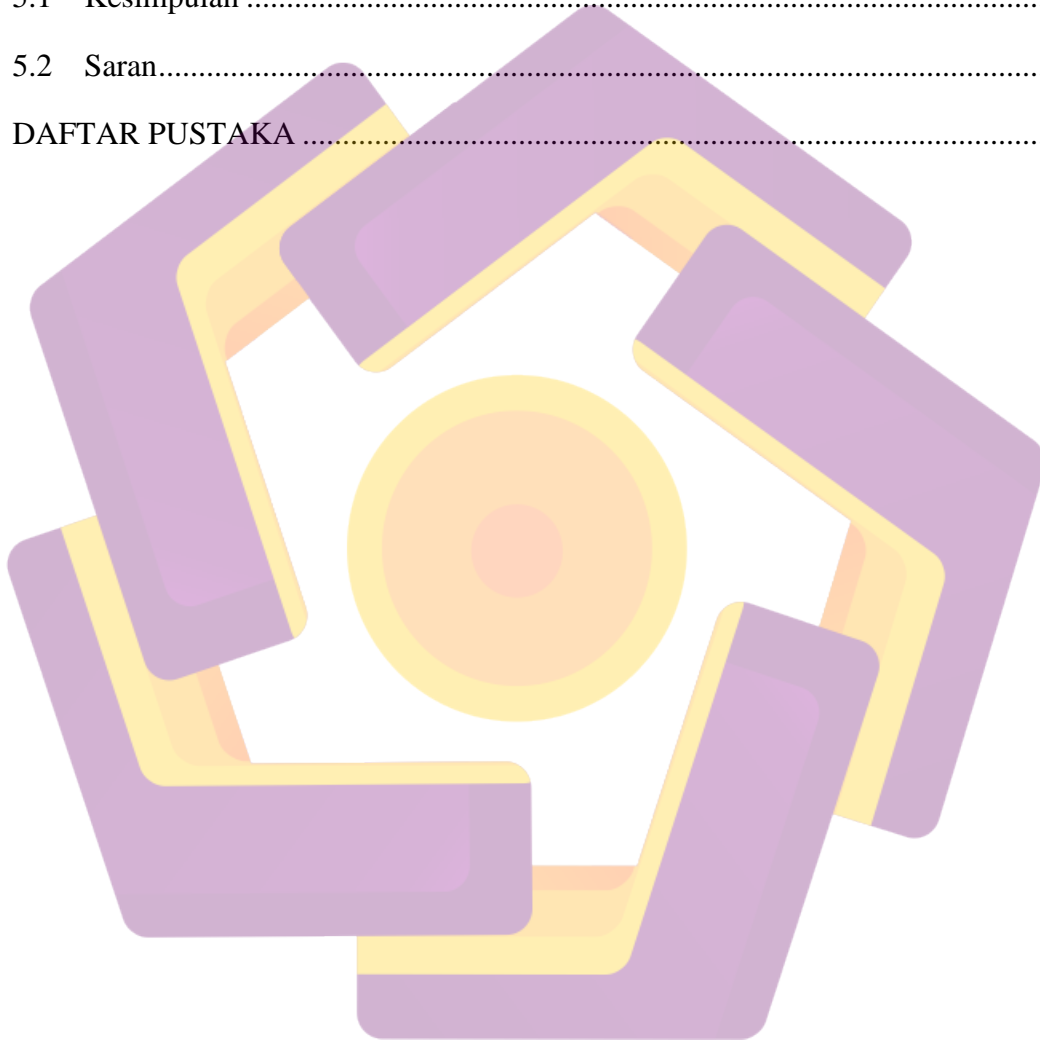
## DAFTAR ISI

COVER .....	i
JUDUL .....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
PERNYATAAN.....	v
MOTTO .....	vi
PERSEMBAHAN.....	vii
KATA PENGANTAR .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
INTISARI.....	xvi
ABSTRAK.....	xvii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	4
1.5 Metode Penelitian.....	4
1.5.1 Identifikasi Masalah.....	4
1.5.2 Studi Literatur .....	5
1.5.3 Pengumpulan Data .....	5

1.5.4 Perancangan Sistem .....	5
1.5.5 Implementasi .....	6
1.5.6 Pengujian .....	6
1.6 Sistematika Penulisan .....	6
<b>BAB II LANDASAN TEORI .....</b>	<b>8</b>
2.1 Tinjauan Pustaka .....	8
2.2 Dasar Teori .....	10
2.2.1 Pengolahan Citra Digital .....	10
2.2.2 <i>Computer Vision</i> .....	12
2.2.3 <i>OpenCV</i> .....	12
2.2.4 Konsep <i>Preprocessing</i> .....	13
2.2.5 Konsep Segmentasi <i>K-means Clustering</i> .....	16
2.2.6 Konsep Ekstraksi Ciri ( <i>Feature Extraction</i> ) .....	17
2.2.7 Konsep K- Nearest Neighbor (KNN) .....	27
2.2.8 Monitoring Keterawatan Batuan Candi Borobudur .....	28
<b>BAB III ANALISIS DAN PERANCANGAN .....</b>	<b>34</b>
3.2 Deskripsi Instansi .....	34
3.2.1 Visi Instansi .....	37
3.2.2 Misi Instansi .....	37
3.2.3 Tujuan .....	38
3.3 Analisis Masalah .....	38
3.4 Analisis Kebutuhan .....	39
3.4.1 Analisis Kebutuhan Hardware .....	39

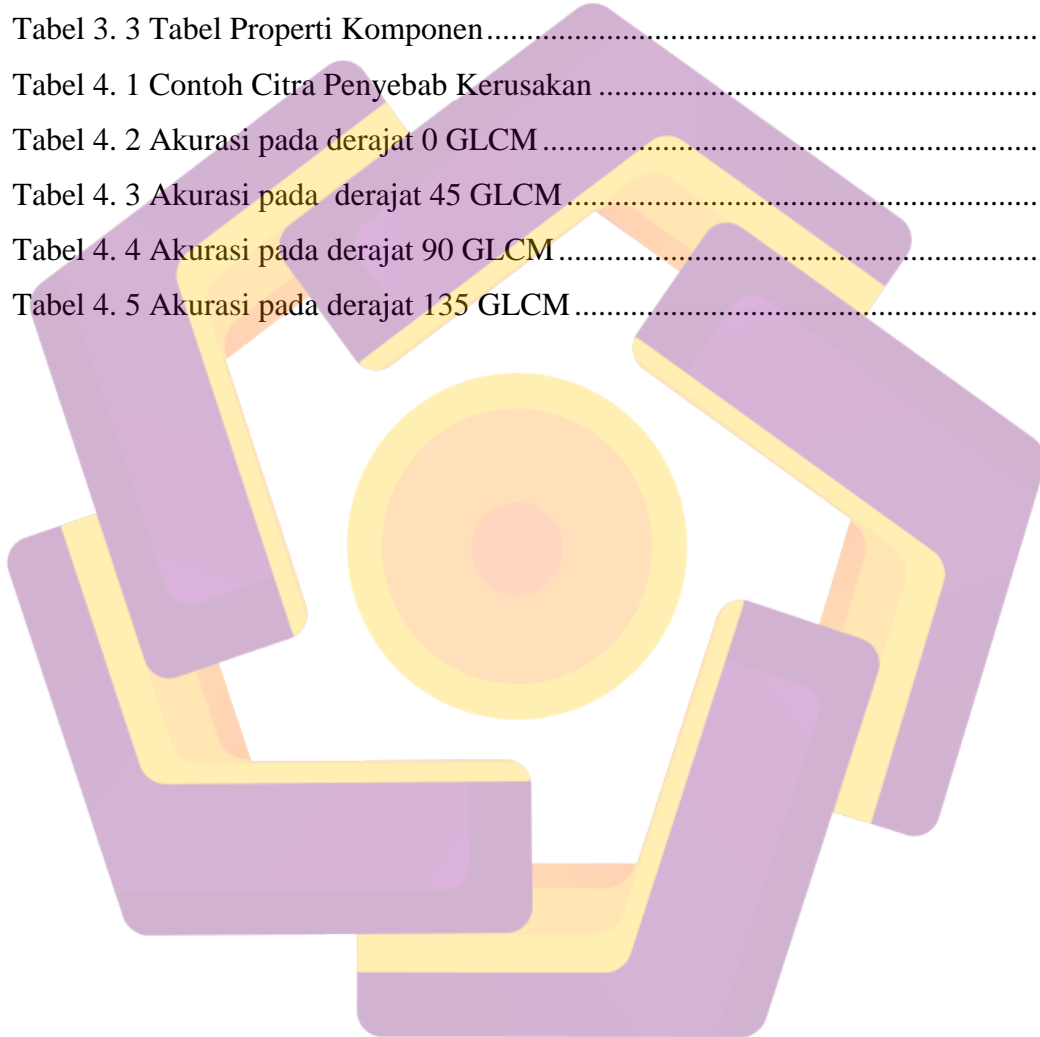
3.3.2 Analisis Kebutuhan Software.....	40
3.3.3 <i>Dataset</i> .....	40
3.4 Perancangan Sistem .....	40
3.4.1 Diagram <i>Image Processing</i> .....	41
3.4.2 <i>Preprocessing</i> .....	41
3.4.3 Segmentasi <i>K-means Clustering</i> .....	44
3.4.4 Ekstraksi Ciri/ <i>Feature Extraction</i> .....	46
3.4.5 Klasifikasi K- <i>Nearest Neighbor</i> .....	54
3.4.6 Diagram Alur Pelatihan dan Pengujian.....	58
3.5 Perancangan <i>Interface</i> .....	60
<b>BAB IV IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN</b> .....	68
4.1 Lingkungan implementasi.....	68
4.2 Implementasi Antarmuka.....	68
4.3 Pengumpulan Dataset.....	70
4.3.1 Implementasi Input Citra.....	70
4.3.2 Implementasi <i>Preprocessing</i> .....	71
4.3.3 Implementasi Segmentasi .....	71
4.3.4 Implementasi Ekstraksi Ciri Bentuk .....	72
4.3.5 Implementasi Ekstraksi Ciri Tekstur.....	73
4.3.6 Implementasi Klasifikasi.....	75
4.3.7 Pengujian ( <i>Testing</i> ) .....	76
4.4 Hasil dan Pembahasan.....	77
4.4.1 Ekstraksi Ciri.....	78

4.4.2 Klasifikasi .....	80
4.4.3 Hasil Pengujian .....	85
BAB V PENUTUP.....	88
5.1 Kesimpulan .....	88
5.2 Saran.....	88
DAFTAR PUSTAKA .....	xviii



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1 Rekap Observasi Mikroorganismes Lumut 2016 - 2017 dalam cm <sup>2</sup> .....	2
Tabel 3. 1 Contoh Ciri Citra.....	56
Tabel 3. 2 Contoh Tabel Hasil Klasifikasi.....	57
Tabel 3. 3 Tabel Properti Komponen.....	61
Tabel 4. 1 Contoh Citra Penyebab Kerusakan.....	78
Tabel 4. 2 Akurasi pada derajat 0 GLCM.....	85
Tabel 4. 3 Akurasi pada derajat 45 GLCM.....	86
Tabel 4. 4 Akurasi pada derajat 90 GLCM.....	86
Tabel 4. 5 Akurasi pada derajat 135 GLCM.....	87



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Proses Transformasi Citra .....	11
Gambar 2. 2 Perbedaan Ukuran Penerokan Citra Lena .....	15
Gambar 2. 3 Citra RGB diubah menjadi Citra Grayscale .....	16
Gambar 2. 4 Ilustrasi Perhitungan <i>Eccentricity</i> .....	19
Gambar 2. 5 Ilustrasi Perhitungan <i>Metric</i> .....	20
Gambar 2. 6 Matriks Asal Matriks A .....	23
Gambar 2. 7 Area Kerja Matriks .....	24
Gambar 2. 8 Hubungan Ketetangaan Antar Piksel Sebagai Fungsi Orientasi dan Jarak Spasial .....	25
Gambar 2. 9 Pembentukan Matriks Kookurensi .....	25
Gambar 2. 10 GLCM Simetris .....	26
Gambar 2. 11 Matriks Ternormalisasi .....	27
Gambar 2. 12 Lubang Alveol .....	30
Gambar 2. 13 Penanganan Lubang Alveol .....	30
Gambar 2. 14 Penggaraman .....	31
Gambar 2. 15 Penanganan Penggaraman dengan Pengolesan Asam Sitrat .....	31
Gambar 2. 16 Pencegahan Penggaraman dengan Pengolesan Araldite Tar .....	32
Gambar 2. 17 Pertumbuhan Mikroorganisme .....	32
Gambar 3. 1 Diagram <i>Image Processing</i> .....	41
Gambar 3. 2 Diagram Alur <i>Preprocessing</i> .....	42
Gambar 3. 3 Proses <i>Grayscale</i> .....	44
Gambar 3. 4 Diagram Alur Segmentasi .....	44
Gambar 3. 5 Diagram Alur Ekstraksi Ciri .....	46
Gambar 3. 6 Matriks I .....	48
Gambar 3. 7 Pembentukan Matriks Kookurensi(GLCM) .....	48
Gambar 3. 8 Hasil Normalisasi .....	49
Gambar 3. 9 Diagram Alur Klasifikasi .....	55

Gambar 3. 10 Diagram Alur Pelatihan.....	58
Gambar 3. 11 Diagram Alur Pengujian.....	59
Gambar 3. 12 Rancangan Komponen Desain Tampilan GUI.....	61
Gambar 3. 13 Tampilan GUI .....	64
Gambar 4. 1 Implementasi Antarmuka Sistem .....	69
Gambar 4. 2 <i>Dataset</i> Data Latih Citra Penggambaran.....	70
Gambar 4. 3 Kode Program Input Citra .....	71
Gambar 4. 4 Kode Program <i>Preprocessing</i> Citra .....	71
Gambar 4. 5 Kode Program Segmentasi Citra menggunakan <i>K- Means Clustering</i> .....	72
Gambar 4. 6 Kode Program Ekstraksi Ciri Bentuk.....	73
Gambar 4. 7 Kode Program Ekstraksi Ciri Tekstur menggunakan <i>Gray Level Co-occurrence Matriks(GLCM)</i> .....	74
Gambar 4. 8 Kode Program Klasifikasi KNN .....	76
Gambar 4. 9 Kode Program Memberi Label pada Data Uji .....	77
Gambar 4. 10 Hasil Resize Citra.....	78
Gambar 4. 11 Hasil Matriks Kookurensi Pengujian .....	79
Gambar 4. 12 Nilai Ciri Tekstur Pengujian .....	80
Gambar 4. 13 Halaman Buka Citra .....	81
Gambar 4. 14 Gambar Hasil Segmentasi dan Ekstraksi Ciri .....	82
Gambar 4. 15 Nilai Ciri Bentuk .....	82
Gambar 4. 16 Nilai ciri Tekstur .....	83
Gambar 4. 17 Hasil Klasifikasi .....	84
Gambar 4. 18 Hasil Klasifikasi .....	84
Gambar 4. 19 Grafik Akurasi pada derajat 0 GLCM.....	85
Gambar 4. 20 Grafik Akurasi pada derajat 45 GLCM.....	86
Gambar 4. 21 Grafik Akurasi pada derajat 90 GLCM.....	86
Gambar 4. 22 Grafik Akurasi pada derajat 135 GLCM.....	87



## INTISARI

Candi Borobudur merupakan candi yang mana bangunannya berupa batu andesit yang berada di ruang terbuka sehingga, batuan candi akan rentan terhadap berbagai masalah yang dapat menyebabkan batuan mengalami kerusakan dan pelapukan. Penyebab kerusakan dapat disebabkan oleh faktor internal dan faktor eksternal seperti perubahan iklim, cuaca serta perubahan jaman.

Seiring perubahan – perubahan tersebut guna menjaga kelestarian candi maka dilakukan monitoring keterawatan candi. Metode observasi yang dilakukan tim monitoring dengan mengamati dan mencatat penyebab kerusakan disetiap sisi permukaan batu. Karena indra penglihatan memiliki tingkat ketelitian untuk mengklasifikasi objek, pada penelitian ini dibuat sistem yang dapat mempelajari penyebab kerusakan pada objek melalui file gambar yang diuji. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi akuisisi citra, *preprocessing*, segmentasi dengan *K-means clustering*, ekstraksi ciri bentuk dan tekstur, klasifikasi. Metode ekstraksi ciri tekstur yang digunakan adalah *Gray Level Co-occurrence Matrix*(GLCM) dan metode klasifikasi menggunakan *K-Nearest Neighbor*(KNN).

Pada pengujian ini menggunakan sebanyak 70 jenis batuan yang terdapat penyebab kerusakan (alveol, mikroorganisme, penggaraman) yang terbagi atas dua data, yaitu data latih dan data uji dengan komposisi 44 data latih, 26 data uji. Kemudian dilakukan pengujian pada dataset citra uji sebanyak 26 citra terdiri dari 8 citra alveol, 11 citra mikroorganisme dan 7 citra penggaraman. Tingkat akurasi tertinggi diperoleh sebesar 57,69% dengan menggunakan parameter derajat GLCM  $\theta=45^\circ$  dan  $k=7$ .

**Kata Kunci** : Pengolahan Citra Digital, Pendeteksi Kerusakan Batuan, *K-Means Clustering*, *Gray Level Co-occurrence Matrix* (GLCM), *K-Nearest Neighbor* (KNN).

## ABSTRAK

*Borobudur is a temple where the building from andesite which is in an open space so that the temple stone will be susceptible to various problems that can cause stones to be damage and weathering. The damage caused by internal and external factors such as climate change, weather and changing times.*

*Along with these changes to maintain the preservation of the temple, monitoring of the temple's maintenance was do. The observation did by the monitoring team by observing and recording the type of damage on the stone surface. Because the eyes has a level of accuracy to classify objects, In this research, a system can be made that can study the types of damage to objects through the image file being tested. Stage performed in this study include image acquisition, preprocessing, segmentation with K-means clustering, extraction of features of shape and texture, classification. The method of texture feature extraction is Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) and the classification method used K-Nearest Neighbor (KNN).*

*In this test used 70 types of rocks that have causes of damage (alveol, mikroorganisme, penggaraman) which are divided into two data, training data and testing data with a composition of 44 training data and 26 testing data. Then the testing of the test image dataset was 26 images consisting of 8 alveol images, 11 mikroorganisme images and 7 penggaraman images. The highest level of accuracy was obtained at 57.69% using the GLCM degree parameter  $\theta = 45^\circ$  and  $k = 7$ .*

*Keywords: digital image processing, rock damage detection, k-means clustering, Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM), K-Nearest Neighbor (KNN).*

**Keywords:** Digital Image Processing, Rock Damage Detection, K-Means Clustering, Gray Level Co-Occurrence Matrix (GLCM), K-Nearest Neighbor (KNN).