

**SISTEM PENDETEKSI ASAP GUNUNG KELUD MENGGUNAKAN
METODE *THRESHOLDING* OTSU**

SKRIPSI

Oleh :
MOHAMMAD RIZAL FAIZUN
NIM. 13650074



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2018**

HALAMAN PENGAJUAN

**SISTEM PENDETEKSI ASAP GUNUNG KELUD MENGGUNAKAN
METODE *THRESHOLDING OTSU***

SKRIPSI

**Diajukan kepada:
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan dalam
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)**

**Oleh :
MOHAMMAD RIZAL FAIZUN
NIM. 13650074**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2018**

LEMBAR PERSETUJUAN

**SISTEM PENDETEKSI ASAP GUNUNG KELUD MENGGUNAKAN
METODE *THRESHOLDING OTSU***

SKRIPSI

Oleh :
MOHAMMAD RIZAL FAIZUN
NIM. 13650074

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji :
Tanggal : April 2018

Dosen Pembimbing I



Presv Nugroho, MT
NIP.19710722 201101 1 001

Dosen Pembimbing II



Fachrul Kurniawan, M.MT
NIP. 19670118 200501 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang



Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200901 1 008

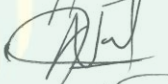
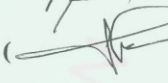
LEMBAR PENGESAHAN

SISTEM PENDETEKSI ASAP GUNUNG KELUD MENGGUNAKAN
METODE *THRESHOLDING OTSU*

SKRIPSI

Oleh :
Mohammad Rizal Faizun
 NIM. 13650074

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
 dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
 Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
 Tanggal: Mei 2018

Penguji Utama	<u>Yunifa Miftachul Arif, MT</u> NIP. 19830616 201101 1 004	()
Ketua Penguji	<u>Hani Nurhayati, MT</u> NIP. 19780625 200801 2 006	()
Sekretaris Penguji	<u>Fresy Nugroho, MT</u> NIP. 19710722 201101 1 001	()
Anggota Penguji	<u>Fachrul Kurniawan, M.MT</u> NIP. 19771020 200912 1 001	()

Mengesahkan,
 Ketua Jurusan Teknik Informatika
 Fakultas Sains dan Teknologi
 Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang


Dr. Cahyo Crysdian
 NIP. 19740424 200901 1 008

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Mohammad Rizal Faizun

NIM : 13650074

Jurusan : Teknik Informatika

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : SISTEM PENDETEKSI ASAP GUNUNG KELUD

MENGGUNAKAN METODE *THRESHOLDING OTSU*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar- benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber cuplikan pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil jiplakan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Malang, 19 Desember 2017

Yang membuat pernyataan



Mohammad Rizal Faizun
NIM. 13650074

MOTTO

“Mesin diciptakan untuk memudahkan hidup manusia”

=A. Setyo Wibowo=



HALAMAN PERSEMBAHAN



Bismillahirrohmanirrohim,
Kupersembah karya sederhana ini untuk
kedua orang tuaku yang kusayangi dan kubanggakan
yang selalu ikhlas mendoakan
serta sabar dalam membimbing kami menuju jalan kebaikan.
Semoga allah swt selalu menjaga mereka.
Amin

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Alhamdulillahirobbil alamin , Segala puji syukur kita atas ke hadirat Allah SWT yang masih memperkenankan kita untuk dapat menambah ilmu di dunia ini tidak lupa solawat serta salam dijunjungkan kepada nabi kita Muhammad SAW yang membawa kita dari jaman gelap menuju jaman yang terang benderang.

Banyak pihak-pihak yang membantu penulis dalam pengerjaan skripsi ini, baik itu dalam moril ataupun dalam bentuk materil. Atas segala bantuan-bantuan nya, penulis mengucapkan terima kasih yang sebanyak-banyaknya kepada :

1. Bapak Fresy Nugroho, MT selaku dosen pembimbing utama saya yang telah sabar membimbing, mendidik dan memberikan ilmu-ilmu yang sangat bermanfaat selama mengerjakan skripsi ini.
2. Bapak Fachrul Kurniawan, M.MT selaku dosen pembimbing kedua saya yang telah memberikan kritik dan saranya yang membangun demi terselesaikannya skripsi ini.
3. Ketua Jurusan, Bapak Dr. Cahyo Crysdiyan dan seluruh jajaran dosen / pengajar jurusan Teknik Informatika UIN MALIKI Malang yang telah memberikan ilmu-ilmu seputar bidang keilmuan komputer, maupun keilmuan lainnya.

4. Orang tua yang terhormat, yang senantiasa memberikan dukungan dan doa terus menerus tanpa henti yang menyertai penulis.
5. Teman-teman seperjuangan Teknik Informatika angkatan 2013 yang saya banggakan.

Seperti halnya manusia biasa, penulis pun tak akan luput dari kesalahan-kesalahan yang baik itu disengaja maupun yang tidak disengaja dalam penulisan skripsi ini. Maka dari itu, penulis sangat terbuka untuk menerima kritik dan saran yang membangun dari pembaca sekalian. Semoga kekurangan saya dapat disempurnakan oleh peneliti-peneliti selanjutnya dan semoga penelitian ini bermanfaat bagi kita semua. *Amin*

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Malang, 19 Desember 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGAJUAN.....	ii
LEMBAR PERSETUJUAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL.....	xv
ABSTRAK	xvii
ABSTRACT.....	xviii
ملخص البحث	xix
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Batasan masalah	7
1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	7

1.4.1	Tujuan Penelitian	7
1.4.2	Manfaat Penelitian	7
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA		9
2.1	Gunung Kelud	9
2.1.1	Catatan Aktifitas Gunung Kelud.....	11
2.2	Asap.....	14
2.3	Metode <i>Thresholding OTSU</i>	16
2.4	<i>Pre-Processing</i>	17
2.5	<i>Marker</i>	18
2.6	Penelitian Terkait	20
BAB 3 PERANCANGAN SISTEM.....		22
3.1	Desain Penelitian.....	22
3.1.1	Jenis Penelitian.....	22
3.1.2	Alur Kerja Sistem.....	22
3.1.3	Bentuk Data.....	24
3.1.4	Desain <i>User Interface</i>	25
3.2	<i>Pre-Processing</i>	25
3.3	<i>Thresholding</i>	26
3.3.1	<i>Input Citra</i>	28
3.3.2	<i>Resize / Cropping</i>	28
3.3.3	Konversi ke <i>Grayscale</i>	28

3.3.4	Membuat histogram	28
3.3.5	Menghitung Probabilitas	28
3.3.6	Menghitung Jumlah komulatif	29
3.3.7	Menghitung Rerata Komulatif	29
3.3.8	Menghitung Rerata Intensitas	30
3.3.9	Menghitung Maksimum varian antar kelas.....	30
3.4	Pendeteksian Citra	32
3.4.1	Menghilangkan Objek Kecil	32
3.4.2	Menutup Lubang Pada Citra Biner	32
3.4.3	Pemberian <i>Marker</i>	33
BAB 4 IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN		34
4.1	Perangkat	34
4.1.1	Perangkat Keras	34
4.1.2	Perangkat lunak.....	34
4.2	Langkah Uji Coba	35
4.3	Hasil Uji Coba	37
4.3.1	Hasil Pengujian Proses <i>Thresholding</i>	37
4.3.2	Hasil Pengujian Proses Pendeteksian Citra.....	63
4.4	Pembahasan	78
4.4.1	Tingkat keberhasilan <i>thresholding otsu</i> mengidentifikasi asap	81
4.5	Integrasi islam	82

BAB 5 PENUTUP	85
4.1 Kesimpulan.....	85
4.2 Saran.....	86
DAFTAR PUSTAKA	87
LAMPIRAN.....	88



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Koordinat Gunung Kelud	9
Gambar 2.2 Asap Gunung Merapi sebelum meletus	15
Gambar 2.3 Asap Gunung Merapi setelah meletus.....	16
Gambar 2.4 Citra sebelum <i>per-processing</i>	17
Gambar 2.5 Citra sesudah <i>pre-processing</i>	18
Gambar 2.6 Citra tanpa marker.....	18
Gambar 2.7 Citra dengan marker boundaries	19
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> deteksi asap	23
Gambar 3.2 <i>Mock up User Interface</i> untuk deteksi asap	25
Gambar 3.3 Blok Diagram Proses Metode Otsu.....	26
Gambar 3.4 Hasil <i>threshold</i>	27
Gambar 3.5 Hasil probabilitas.....	29
Gambar 3.6 Hasil jumlah komulatif.....	29
Gambar 3.7 Hasil Rerata komulatif	30
Gambar 3.8 Hasil rerata intensitas	30
Gambar 3.9 hasil maksimal varian dengan rentang 0-1	31
Gambar 4.1 Tampilan antar muka	35
Gambar 4.2 Tampilan cari gambar dan <i>cropping</i> citra	36
Gambar 4.3 Tampilan keseluruhan proses	36
Gambar 4.4 <i>Chart Threshold</i>	78
Gambar 4.5 Tampilan Citra RGB dengan <i>threshold</i> 0,330022.....	79
Gambar 4.6 Tampilan citra RGB dengan <i>threshold</i> 0,735285.....	80
Gambar 4.7 Tampilan citra RGB dengan <i>threshold</i> 0,979264.....	80

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Pengujian proses thresholding	27
Tabel 3.2 Pengujian proses pendeteksian citra	33
Tabel 4.1 Hasil Pengujian Proses Thresholding citra tipis 1.....	37
Tabel 4.2 Hasil Pengujian Proses Thresholding citra tipis 2	39
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Proses Thresholding citra tipis 3	41
Tabel 4.4 Hasil Pengujian Proses Thresholding citra sedang 1	43
Tabel 4.5 Hasil Pengujian Proses Thresholding citra sedang 2	45
Tabel 4.6 Hasil Pengujian Proses Thresholding citra sedang 3	48
Tabel 4.7 Hasil Pengujian Proses Thresholding citra tebal 1.....	50
Tabel 4.8 Hasil Pengujian Proses Thresholding citra tebal 2.....	52
Tabel 4.9 Hasil Pengujian Proses Thresholding citra tebal 3.....	54
Tabel 4.10 Hasil Pengujian Proses Thresholding citra tanpa asap 1.....	57
Tabel 4.11 Hasil Pengujian Proses Thresholding citra tanpa asap 2.....	59
Tabel 4.12 Hasil Pengujian Proses Thresholding citra tanpa asap 3.....	61
Tabel 4.13 Hasil Pengujian Proses Pendeteksian citra tipis 1.....	63
Tabel 4.14 Hasil Pengujian Proses Pendeteksian citra tipis 2.....	64
Tabel 4.15 Hasil Pengujian Proses Pendeteksian citra tipis 3.....	66
Tabel 4.16 Hasil Pengujian Proses Pendeteksian citra sedang 1	67
Tabel 4.17 Hasil Pengujian Proses Pendeteksian citra sedang 2	68
Tabel 4.18 Hasil Pengujian Proses Pendeteksian citra sedang 3	69
Tabel 4.19 Hasil Pengujian Proses Pendeteksian citra tebal 1.....	70
Tabel 4.20 Hasil Pengujian Proses Pendeteksian citra tebal 2.....	71
Tabel 4.21 Hasil Pengujian Proses Pendeteksian citra tebal 3.....	72

Tabel 4.22 Hasil Pengujian Proses Pendeteksian citra tanpa asap 1.....	73
Tabel 4.23 Hasil Pengujian Proses Pendeteksian citra tanpa asap 2.....	75
Tabel 4.24 Hasil Pengujian Proses Pendeteksian citra tanpa asap 3.....	76
Tabel 4.25 Tabel konversi threshold ke piksel.....	78
Tabel 4.26 Hasil Citra	81



ABSTRAK

Faizun, Mohammad Rizal. 2018. **Sistem Pendeteksi Asap Gunung Kelud Menggunakan Metode *Thresholding Otsu***. Skripsi. Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

Pembimbing : (I) Fresy Nugroho, MT (II) Fachrul Kurniawan, M.MT

Kata Kunci: *Gunung Kelud, Sistem Pendeteksi Asap, Thresholding Otsu*

Gunung merupakan daratan tinggi yang terbagi menjadi 2 yaitu gunung aktif dan gunung non aktif. Gunung yang aktif terkadang mengeluarkan asap beracun disekitar kawahnya. Dalam abad ke 20 tercatat telah 5 kali Gunung kelud melakukan letusan magmatik yaitu pada tahun 1901, 1919, 1951, 1966, dan 1990. Asap gunung mengandung zat berbahaya seperti Karbon tersebut seperti Karbon Dioksida, Nitrous Oksida, Nitrogen Oksida dan Karbon Monoksida. Penelitian asap gunung kelud dengan metode *Thresholding Otsu* yang membedakan foreground dengan background dilakukan dengan proses pencarian nilai threshold yang digunakan dalam binerisasi citra grayscale. Dengan nilai threshold 0.871145 diketahui pendeteksian marker merah sesuai dengan asap gunung kelud, akan tetapi tidak semuanya sesuai karena dalam satu citra terkadang asap tertutup oleh kabut sehingga mendapatkan tingkat keberhasilan 16.6%.

ABSTRACT

Faizun, Mohammad Rizal. 2018. **Kelud Smoke Detector System Using Otsu Thresholding Method**. Thesis. Informatic Engineering Department, Faculty of Science and Technology, Islamic State University Maulana Malik Ibrahim Malang.

Adviser : (I) Fresy Nugroho, MT (II) Fachrul Kurniawan, M.MT

Keywords : *Mount Kelud, Otsu Thresholding, Smoke Detection System*

Mountain is a high land which divided into 2 that is active volcano and non-active volcano. Active volcanoes sometimes emit toxic fumes around the crater. In the 20th century has been recorded 5 times Mount Kelud magmatic eruption that is in 1901, 1919, 1951, 1966, and 1990. Mountain smoke contains harmful substances such as Carbon Dioxide, Nitrous Oxide, Nitrogen Oxide and Carbon Monoxide. Research about smoke of mount kelud with Otsu Thresholding method that distinguishes foreground with background can be do by searching threshold value used in grayscale image binarization. With threshold value 0.871145 known detection of red marker in corresponding with the smoke of mount kelud, but not all is appropriate because in one image sometimes smoke is covered by fog so get success rate 16.6%.

ملخص البحث

فيزون، مُجَّد ريزال. 2018. نظام كشف الدخان كلود باستخدام طريقة thresholding Otsu. البحث الجامعي. قسم الهندسة المعلوماتية لكلية العلوم و التكنولوجيا بجامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المشرف : فريسي نوجروهوا الماجستير (1)، فخرول كورنيوان الماجستير (2).

الكلمات الأساسية : جبل كلود ، نظام الكشف عن الدخان ، *Otsu Thresholding*

الجبل عبارة عن أرض مرتفعة مقسمة إلى اثنان هي بركان نشط وبركان غير نشط . البراكين الموافق تنبعث منها أحيانا أبخرة سامة حول الفوهة . في القرن العشرين تم تسجيله خمسة مرات ثوران بركان جبل كيلود في ١٩٠١ ، ١٩١٩ ، ١٩٥١ ، ١٩٦٦ ، ١٩٩٠ ... يحتوي الدخان الجبلي على مواد ضارة مثل الكربون مثل ثاني أكسيد الكربون وأكسيد النيتروز وأكسيد النيتروجين وأول أكسيد الكربون... بحث عن الدخان من جبل كيلود مع طريقة Otsu Thresholding التي تميز المقدمة مع قيمة عتبة الخلفية المستخدمة في التتويج صورة الرمادي... مع قيمة العتبة 0.871145 الكشف عن علامة حمراء في تناسب مع دخان جبل كيلود,, ولكن ليس كلهم مناسبون لأن الصورة في بعض الأحيان تكون مغطاة بالدخان في بعض الأحيان بحيث تحصل على نسبة نجاح تصل إلى 16.6%.

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Gunung merupakan salah satu dari ciptaan Allah. Gunung terbagi menjadi 2 yaitu gunung yang aktif dan gunung yang tidak aktif. Gunung aktif adalah gunung yang masih melakukan aktifitas fisik seperti meletus dengan mengeluarkan lahar, magma dan bebatuan serta abu sedangkan gunung tidak aktif adalah gunung yang tidak melakukan aktifitas fisik atau disebut dengan gunung mati. Gunung yang aktif terkadang mengeluarkan asap beracun disekitar kawahnya.

Gunung aktif di Indonesia yang diikuti dengan sejarahnya seperti :

- a. Gunung Tambora yang berlokasi di pulau Sumbawa pada tahun 1815 pernah terjadi letusan raksasa tepatnya pada 9 April 1815 dimana melontarkan material lebih dari 50 km^3 magmatik ke udara dari total keseluruhan 150 km^3 dan endapan jatuhnya piroklastiknya yang menyebar ke beberapa pulau seperti Kalimantan dan Jawa atau sekitar lebih dari radius 1300 km dari pusat letusan.
- b. Gunung Krakatau yang berlokasi di Selat Sunda pada tahun 1883 pernah terjadi letusan besar yang melontarkan materiil piroklastiknya lebih dari 10 km^3 , baik dalam bentuk awan panas maupun letusan berbentuk abu. Letusan Gunung Krakatau ini menyebabkan banyaknya korban jiwa berjatuhan dengan total lebih dari 36.000 orang yang disebabkan oleh tsunami yang terjadi karena hempasan reruntuhan dinding kawah gunung berapi ini dan aliran letusan awan panas yang mengarah ke laut.

- c. Gunung Agung pada tahun 1963 yang berlokasi di pulau Bali pada posisi 80° 20,5' LS dan 115° 30,5' BT dengan ketinggian lebih dari 3014 m dan berukuran 625 m x 425 m adalah gunung berapi bertipe strato komposit yang mempunyai bentuk kerucut dengan kawahnya yang terbuka. Kegiatannya dalam sejarah yang tercatat mulai tahun 1843 dan mengalami peningkatan dengan mengeluarkan gas gas oksida belerang yang terekam pada tahun 1908 , 1915 dan 1917.
- d. Gunung Merapi yang berlokasi di Jawa Tengah mempunyai ketinggian lebih dari 2911 m yang berada pada posisi 7° 32,5' LS dan 110° 26,5' BT. kegiatan yang terjadi pada gunung merapi terekam dengan baik sejak tahun 1006 sampai sekarang, dalam budaya masyarakat gunung ini dikaitkan dengan Candi Borobudur . Letusan gunung merapi pada masa lalu menyisakan beberapa bentang alam tapal kuda seperti puncak-puncak Selokopo, Plawangan, Kendit, Pusung London dan Batulawang.
- e. Gunung Batur yang berlokasi di pulau Bali mempunyai beberapa kaldera dengan bentuk geometri yang kompleks dimana pada umumnya kaldera terbentuk lebih dari satu kali letusan gunung dan memperlihatkan adanya kecenderungan amblas, seperti kaldera Tambora, Tengger, rinjani, batur dll. Kegiatan setelah erupsi kaldera biasanya ditandai dengan pembentukan kawah maar dan kerucut kerucut sinder sebagai akibat dari letusan freatik dan freatomagmatik dimana materiil hasil letusan diendapkan didasar kaldera tersebut.
- f. Gunung Sangeang Api yang berlokasi di Nusa Tenggara Barat tepatnya di Pulau Sangeang adalah gunung berapi strato dengan kawahnya yang aktif

dengan nama Doro Api atau Doro Sangeang yang mempunyai ketinggian lebih dari 1842 m. Gunung ini berlokasi di sebelah timur Pulau Sumbawa tepatnya pada posisi 8o11' LS dan 119o03,5' BT. Gunung berapi ini dalam sejarah tercatat melakukan erupsi pada tahun 1512, 1715, 1860, 1911, 1927, 1953, 1964, 1985 dan 1987. Letusan Gunung Sangeang Api ini pada umumnya menghasilkan batuan leleran lava bersusunan basalan dan awan panas letusan gunung.

- g. Gunung Kelud yang berlokasi di Jawa Timur tepatnya di Kabupaten Kediri adalah gunung dengan ketinggian 1731 m dan termasuk gunung yang cukup aktif karena dalam abad ke 20 gunung Kelud tercatat sudah melakukan 5 kali aktifitasnya yaitu letusan magmatik yang terjadi di tahun 1901, 1919, 1951, 1966 dan 1990. Gunung Kelud dikenal sampai internasional yang dikarenakan letusan laharnya di tahun 1919 yang menelan lebih dari 5000 korban jiwa (PRATOMO, 2006).

Tanda – tanda gunung akan meletus dapat diketahui dari temperatur meningkat secara drastis, sering terjadi gempa tremor, banyak hewan turun gunung, sering terdengar suara gemuruh dan sumber mata air yang mengering alasan kenapa mata air mengering dikarenakan panas yang dihasilkan oleh magma yang letaknya berdekatan dengan permukaan tanah dimana suhu di atas permukaan bumi saja sudah meningkat drastis, apalagi suhu yang ada pada lapisan tanah bagian dalam tempat sumber mata air. Akibatnya cadangan air yang ada di tanah menguap dikarenakan panas yang berasal dari magma atau karena faktor lain dari aktivitas vulkanis sehingga menghasilkan asap yang berlebih.

Asap kebakaran hutan yang terjadi di lahan gambut mengandung kandungan organik yang tinggi . Komposisi di udara bahkan mencapai 80 persen dan 20 persen karbon dengan jenis yang lain. Karbon tersebut seperti Karbon Dioksida, Nitrous Oksida, Nitrogen Oksida dan Karbon Monoksida. Selain itu, ada unsur-unsur lain yang jauh lebih berbahaya yang dikarenakan jumlah yang sangat banyak dan bentuknya yang sangat halus yaitu logam berat. Ukuran partikulat tersebut dari 2,5 hingga 0,1 mikron seperti partikel krom, kadmium dan partikel nikel. Menghirup asap terlalu banyak mengakibatkan beberapa sisi negatif seperti sesak nafas, infeksi saluran pernafasan akut, hingga bayi meninggal.

Asap di gunung Kelud keluar karena pembakaran mineral kawah gunung yang menghasilkan asap berwarna putih dengan semakin banyak mineral tersebut maka semakin putih asapnya, dari asap tersebut para pos pemantau dapat melihatnya menggunakan kamera CCTV tetapi cara manual ini memiliki kelemahan yaitu bila asap kecil maka agak tidak terlihat di kamera CCTV.

Pemantauan asap otomatis menggunakan mesin dirasa lebih mudah karena dengan asap besar maupun kecil tetap terdeteksi oleh mesin tersebut. Peneliti asap Hongda Tian, Wanqing Li dan Lei Wang pada tahun 2014 membuat jurnal berjudul “*Smoke Detection in Video: An Image Separation Approach*” dimana mendeteksi asap dengan memisahkan gambar asap dengan latar belakang tetapi metode ini mempunyai kelemahan yaitu akan kesulitan memisahkan objek jika latar belakang mempunyai model yang banyak.

Penggunaan *image acquisition* dalam video yaitu mengambil *single image* yang dapat diproses menggunakan *thresholding otsu* untuk pendeteksian air, bayangan, uap dan objek semi transparan lainnya.

Metode *Thresholding Otsu* sudah pernah dipakai oleh Kumaseh Max R pada tahun 2013 dia membuat jurnal yang berjudul “Segmentasi Citra Digital Ikan Menggunakan Metode *Thresholding*”. Kelebihan metode ini dapat mengambil objek terkecil sekalipun tetapi kelemahannya adalah bila gambar tersebut mempunyai lebih dari 1 ciri dalam satu gambar maka dia akan mendeteksi lebih dari satu objek.

Penelitian yang akan dilakukan menggunakan Metode *Thresholding Otsu* untuk mendeteksi asap pada Gunung Kelud dengan citra tunggal digital.

Di daerah riau tercatat peningkatan korban yang mengalami ISPA atau Infeksi Saluran Pernafasan Akut yang disebabkan oleh asap. Data dari Dinas Kesehatan Riau menunjukkan peningkatan korban ISPA yang dimulai dari 2013 sejumlah 19.862 penderita, 2014 sejumlah 27.200 penderita dan 2015 sejumlah 43386 penderita. Dari jumlah total yang cukup banyak itu diharapkan tidak ada penambahan korban ISPA yang terjadi pada pendaki gunung-gunung yang aktif.

Seharusnya masyarakat mulai sadar akan bahaya asap dengan menghindari asap tersebut, belum lagi asap beracun yang dikeluarkan oleh gunung-gunung aktif yang jauh lebih berbahaya dari asap kebakaran.

Bila ditahun 2017 masyarakat tetap tidak menghiraukan bahaya dari asap terutama asap dari kawah gunung diperkirakan jumlah penderita ISPA atau

Infeksi Saluran Pernafasan Akut dapat meningkat sampai 100 persen atau lebih parahnya langsung meninggal karena keracunan asap.

Dalam Surat An-Nahl Ayat 15 berbunyi

وَأَلْقَى فِي الْأَرْضِ رَوَاسِيَ أَنْ تَمِيدَ بِكُمْ وَأَنْهَارًا وَسُبُلًا
لَعَلَّكُمْ تَهْتَدُونَ

Artinya : “Dan Dia menancapkan gunung-gunung di bumi supaya bumi itu tidak goncang bersama kamu, (dan Dia menciptakan) sungai-sungai dan jalan-jalan agar kamu mendapat petunjuk,”

Tafsir Kitab Al-Muyassar : Dia Menancapkan gunung-gunung di bumi untuk mengukuhkannya hingga tidak mengguncangkan kalian, menciptakan sungai-sungai agar kalian minum darinya, dan menciptakan jalan-jalan disana agar kalian mendapat petunjuk untuk sampai ke tempat yang kalian tuju.

Dari kekhawatiran akan penambahan jumlah penderita yang disebabkan oleh asap gunung maka akan dilakukan penelitian dengan judul “Sistem Pendeteksi Asap Gunung Kelud Menggunakan Metode *Thresholding Otsu*” untuk menghindari kelalaian pendaki gunung terhadap asap kawah gunung tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana menerapkan metode *Thresholding Otsu* untuk mendeteksi asap Gunung Kelud?

1.3 Batasan masalah

1. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah citra kawah gunung yang berasap dengan format *Joint Photographic Experts Group* (*.jpeg) yang didapat dari dosen pembimbing 1 Bapak Fresy Nugroho, MT.
2. Gunung yang diteliti terbatas Gunung Kelud.
3. Ukuran citra digital tunggal yang digunakan : 800 x 450 Piksel.
4. Jumlah citra digital tunggal yang digunakan untuk mencoba metode ini berjumlah 12 gambar.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.4.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Menerapkan metode *Thresholding Otsu* untuk mendeteksi asap Gunung Kelud.

1.4.2 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Akademis

Secara akademis penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi pengembangan studi Teknik Informatika khususnya masalah pendeteksi asap dengan metode *Thresholding Otsu*.

2. Praktis

Memberikan masukan dan kontribusi bagi dunia Geografi dan Teknologi Informatika sehingga diharapkan dapat digunakan sebagai rujukan baru.

3. Penulis

Untuk melatih pemahaman peneliti terhadap pengetahuan yang telah didapatkan di perkuliahan dan juga sebagai upaya pemenuhan tugas dan kewajiban dalam rangka kegiatan menyelesaikan studi pada program teknik informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gunung Kelud

Gunung kelud, dalam bahasa jawa sering disalah tuliskan dengan kelut, dalam bahasa Belanda disebut dengan *Kloet*, *Klut*, *Kloete* dan *cloot* adalah sebuah gunung berapi yang berada di provinsi Jawa Timur, Indonesia yang tergolong sebagai gunung yang aktif. Gunung Kelud berlokasi di perbatasan antara Kabupaten Malang, Kabupaten Kediri dan Kabupaten Blitar. Gunung ini berada sekitar 27 Km disebelah timur Kota Kediri dengan koordinat 7.5548 LS 112.1829 BT.



Gambar 2.1 Koordinat Gunung Kelud

Sebagai Gunung Berapi, Gunung Kelud Termasuk salah satu dari Gunung berapi paling aktif di Indonesia. Sejak tahun 1000 M. Gunung Kelud sudah melakukan letusan lebih dari 30 kali letusan, letusan terbesarnya berkekuatan

sampai 5 *Volcanic Explosivity Index* (VEI). letusan terakhir pada gunung ini tercatat pada terjadi pada tahun 2014 (Sumber : id.wikipedia.org).

Gunung Kelud termasuk tipe strato dengan karakteristiknya yaitu letusan yang eksplosif. Seperti kebanyakan gunung api di pulau Jawa, Gunung Kelud terbentuk dari proses subduksi lempeng benua Indo-Australia terhadap Lempeng eurasia. Sejak tahun 1300 M gunung kelud aktif meletus dengan rentang waktu sekitar 9 - 25 tahun, dan karena rentang tersebut gunung ini menjadi gunung yang berbahaya bagi manusia (Sumber : id.wikipedia.org).

Kekhasan dari gunung berapi ini ialah terdapat danau kawah yang ketika meletus mengeluarkan lahar dalam jumlah yang banyak dan membahayakan penduduk yang ada di sekitar gunung. Letusan freatik yang terjadi pada tahun 2007 berbeda dari letusan lainya karena letusan kali ini memunculkan kubah lava yang besar dan menyumbat permukaan danau kawah, sehingga danau kawah tersebut nyaris hilang dan menyisakan genangan kawah seperti kubangan. Kemudian kubah yang menyumbat danau kawah hancur ketika letusan yang terjadi di tahun 2014.

Puncak-puncak yang ada di gunung kelud saat ini merupakan sisa dari letusan besar yang pernah terjadi masa lalu yaitu letusan yang meruntuhkan bagian puncak purba. Dinding yang berada di bagian sisi barat daya terbuka menyebabkan kompleks kawah membuka ke arah puncak purba. Puncak Kelud merupakan puncak yang tertinggi, berlokasi di timur laut kawah. Gunung kelud mempunyai puncak-puncak lainya yaitu Puncak Sumbing yang berada di sisi selatan dan Puncak Gajahmungkur yang berada di sisi barat.

2.1.1 Catatan Aktifitas Gunung Kelud

(Sumber : Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi, Vol. 4 No. 2 Agustus 2013: 117 – 133)

a. **Letusan tahun 1901**

Letusan pada tahun 1901 terjadi pada malam hari antara tanggal 22 dan 23 mei 1901 dimana Gunung kelud meletus secara berulang - ulang dan meningkat pada pukul 03.00 pagi hari.

b. **Letusan tahun 1919**

Letusan pada 20 mei 1919 tepatnya siang hari termasuk letusan yang paling mematikan karena letusan ini memakan korban jiwa sejumlah 5.160 dan merusak lahan produktif sampai 15.000 ha yang dikarenakan aliran lahar yang mencapai 38 km.

c. **Letusan tahun 1951**

Pada tahun 1951 Gunung Kelud melakukan letusan eksplosif tepatnya tanggal 31 Agustus 1951 pada pukul 06.15 / 06.30 . Efek dari letusan kali ini beberapa kota besar di pulau jawa terkena imbasnya yang berupa hujan abu, beberapa kota tersebut yaitu Bandung, Surakarta dan Yogyakarta. Tujuh orang meninggal dunia dikarenakan letusan gunung kelud, tiga diantaranya adalah petugas yang bertugas mengamati gunung ini. Tidak hanya itu saja tetapi ada 157 orang yang terluka karenanya.

d. **Letusan tahun 1966**

Gunung Kelud melakukan letusan besar pada tanggal 26 April 1966 tepatnya pada pukul 20.15 mengakibatkan korban jiwa sejumlah lebih dari 210 Orang.

e. **Letusan tahun 1990**

Pada tahun 1990 Gunung Kelud melakukan letusan selama 32 hari yaitu mulai dari 10 Februari sampai 13 Maret . Pada Letusan kali ini mengeluarkan sekitar 57,3 juta kubik material vulkanik. lahar dinginpun menjalar hingga 24 km dari pusat kawah melewati 11 sungai.

f. **Letusan tahun 2007**

Letusan yang terjadi di tahun 2007 berbeda dengan letusan sebelumnya yang bertipe eksplosif karena letusan kali ini bertipe freatik yaitu letusan berupa leleran lahar sehingga pada letusan kali ini menghasilkan sumbata yang menyumbat danau kawah berbentuk kubah menyebabkan hilangnya danau tersebut.

Aktifitas Gunung ini meningkat pada 30 Oktober 2007 peningkatan yang terjadi ada pada suhu air dan kegempaan vulkanik. Tanggal 3 November 2007 Pada pukul 16.00 suhu air yang ada di danau meningkat diatas 74 Celsius tidak seperti biasanya yang sekitar 40 Celsius yang mengakibatkan alat pengukur suhu rusak. Gempa tremor dengan amplitudo besar ini mengakibatkan pengawas mengungsi dari daerah tersebut, tapi gunung kelud tidak melakukan letusan.

Akibat aktifitas gunung yang tinggi terjadi gejala unik yaitu dengan munculnya asap putih tebal dari pusat danau kawah yang diikuti kubah mulai tanggal 5 November 2007 dan tumbuh sampai ukurannya selebar 100 m.

g. **Letusan tahun 2014**

Pada tahun 2014 Gunung Kelud melakukan letusan yang dianggap lebih besar dari tahun 1990 walaupun letusan tersebut tidak lebih dari 2 hari dan terdapat korban jiwa berjumlah 4 orang bukan karena letusan melainkan peristiwa ikutan.

Tanggal 10 februari 2014 status gunung kelud dinaikan menjadi siaga lalu tanggal 13 februari jam 21.15 diumumkan bahwa status gunung kelud meningkat menjadi status paling berbahaya yaitu Awas Level 4. Kurang dari 2 jam tepatnya pukul 22.50 gunung kelud meletus dengan letusan tipe eksplosif. letusan ini sama seperti letusan tahun 1990 dimana kali ini menyebabkan hujan kerikil yang dirasakan oleh warga daerah Ngancar, Kabupaten Kediri, Provinsi Jawa timur.

Suara dari ledakan ini dilaporkan terdengar sampai kota Yogyakarta, Surabaya dan Solo, bahkan Purbalingga Jawa Tengah yang jaraknya sekitar 300 km. Abu vulkanik juga mengarah ke barat sehingga beberapa kota bagian barat juga terkena imbasnya yaitu Bandung, Ciamis dan daerah lain yang berada di jawa barat. Di Magetan dan Madiun jarak pandang kendaraan terbatas hingga 3-5 meter yang dikarenakan abu vulkanik dari Gunung Kelud. Asap dan debu keluar

banyak sebelum maupun sesudah letusan sehingga dapat menyebabkan penyakit ISPA bagi masyarakat yang tinggal didekat lokasi bencana.

2.2 Asap

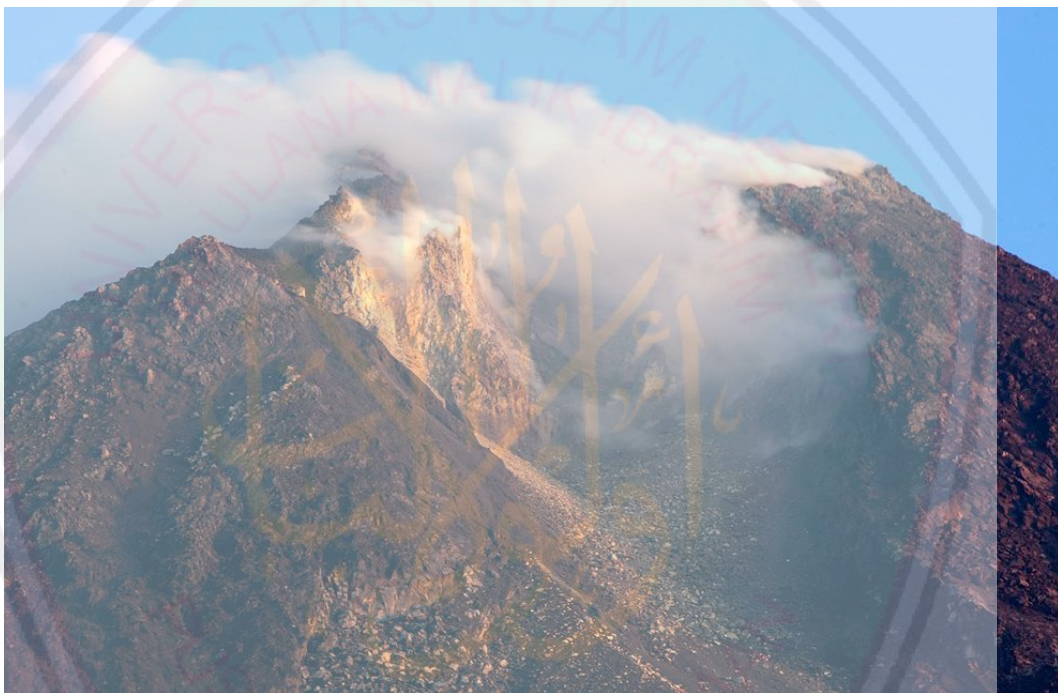
Asap yaitu sisa dari hasil pembakaran yang sebenarnya berbentuk cair maupun padat tetapi karena berat dan ukurannya yang sangat kecil menyebabkan seolah-olah bercampur dengan udara dan memiliki sifat seperti udara. Campuran seperti ini disebut dengan koloid. Selain asap, contoh koloid lainnya adalah agar-agar dan susu. Walau mirip dengan larutan, koloid mempunyai sifat yang berbeda dengan larutan sejati.

Zat padat yang terkandung dalam asap biasanya disebut jelaga yang sebagian besar merupakan karbon. Asap bisa saja mengandung sedikit senyawa logam, tergantung pada sumber pembakarannya. Salah satu contoh senyawa logam yang terkandung dalam asap ialah TEL (*tetraethyl lead*)—senyawa dari logam timbal yang berasal dari asap kendaraan bermotor. Zat ini sangat berbahaya karena dapat menyebabkan kerusakan otak.

Zat cair yang terkandung dalam asap biasanya berupa air, yang juga merupakan hasil pembakaran. Semakin banyak air yang dikandung asap, semakin putih warna asap tersebut.

Letusan Gunung Kelud mengeluarkan beberapa gas - gas vulkanik, gas-gas tersebut yaitu H_2 , CO_2 , H_2O , CO dan NO_2 .

Asap dapat mengandung gas karbon monoksida maupun karbon dioksida, tergantung pada jumlah oksigen saat pembakaran terjadi. Bila oksigen berlimpah, maka karbon dioksida akan terbentuk, misalnya pada api unggun di lapangan terbuka dan kompor yang masih bagus kondisinya. Tetapi bila oksigen sedikit jumlahnya, maka akan terbentuk karbon monoksida yang sangat beracun, seperti pada asap kendaraan bermotor dan asap rokok. Kadang-kadang asap mengandung gas yang berbau harum, misalnya pada asap dupa.



Gambar 2.2 Asap Gunung Merapi sebelum meletus

Pada Gambar 2.2 ditunjukkan bahwa gunung merapi sebelum meletus mengeluarkan asap berwarna putih tebal yang dikarenakan proses pembakaran mineral.



Gambar 2.3 Asap Gunung Merapi setelah meletus

Pada Gambar 2.3 menunjukkan asap pada gunung merapi berwarna hitam perbedaan warna tersebut terjadi karena pembakarannya bukan hanya mineral tapi juga meliputi tanah, pasir dan batu yang di dalamnya.

2.3 Metode *Thresholding OTSU*

Metode *Thresholding Otsu* adalah metode yang pertama kali digunakan oleh Nobuyuki Otsu yang berguna untuk pengurangan citra *gray level* menjadi sebuah citra biner. Algoritma ini mengasumsikan bahwa citra berisi dua kelas piksel yaitu piksel *foreground* dan piksel *background*, kemudian menghitung *threshold* untuk memisahkan kedua kelas. Kelebihan dari metode ini dapat mendeteksi benda yang kecil. Kelemahan metode ini yaitu ketidakakuratan apabila terlalu banyak *background* dalam satu gambar. Untuk menunjang keakuratan deteksi pemilihan gambar diharapkan mempunyai pencahayaan yang

merata dari sinar matahari, gambar asap harus bebas dari objek-objek yang menutupinya contoh kabut dll.

2.4 *Pre-Processing*

Pre-processing adalah langkah awal yang digunakan untuk mengolah data input sebelum proses-proses utama lainnya.

Cropping yaitu suatu proses yang digunakan untuk memotong citra dengan koordinat tertentu. Untuk melakukan proses ini dibutuhkan 2 koordinat yaitu koordinat awal dan koordinat akhir. Koordinat awal berfungsi untuk menentukan titik awal pemotongan citra sedangkan koordinat akhir berfungsi untuk menentukan titik akhir dari pemotongan citra. Sehingga hasil dari pemotongan tersebut menghasilkan bangun segi empat dimana setiap piksel yang telah dipotong akan disimpan menjadi citra baru.



Gambar 2.4 Citra sebelum *per-processing*

Gambar 2.4 menunjukkan citra sebelum *pre-processing* dimana masih utuh seperti adanya label pengambilan pada citra.

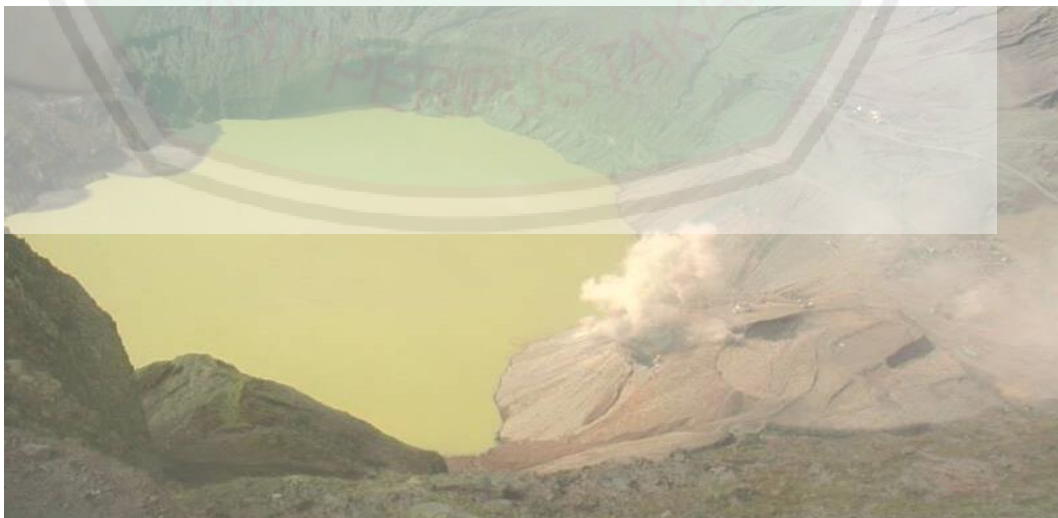


Gambar 2.5 Citra sesudah *pre-processing*

Gambar 2.5 menunjukkan hasil dari *pre-processing* yaitu dihilangkannya label pengambilan yang nantinya mempermudah proses berikutnya.

2.5 *Marker*

Marker merupakan langkah yang digunakan untuk menunjukan objek yang akan diketahui dengan cara memberi garis, membuat persegi atau lingkaran pada objek tersebut.



Gambar 2.6 Citra tanpa marker

Pada Gambar 2.6 menunjukkan citra RGB dimana tanpa adanya *marker* atau penanda pada objek yang dituju.



Gambar 2.7 Citra dengan marker boundaries

Pada Gambar 2.9 Menunjukkan citra yang menggunakan *marker boundaries* yaitu *marker* yang tidak mempunyai ujung yang biasanya digunakan untuk memblok sebagian area dalam citra.

Standar dari marker sendiri mempunyai lima jenis yaitu :

- *Circle* = ' o '
- *X-mark* = ' x '
- *Plus* = ' + '
- *Star* = ' * '
- *Square* = ' s '

2.6 Penelitian Terkait

Slamet Imam Syafi'i dkk (2015) "Segmentasi Obyek Pada Citra Digital Menggunakan Metode Otsu Thresholding" Melakukan percobaan segmentasi obyek menggunakan metode *Thresholding Otsu* yang mempunyai 5 proses yaitu *Input citra, Pre-processing, Segmentasi, Cleaning, dan Perhitungan Akurasi* yang hasilnya dibandingkan dengan *Ground Truth*. Pengujianya dilakukan pada *Weizmann Segmentation Database* sejumlah 30 citra digital RGB dengan hasil akurasi sebesar 93,33%.

Hongda Tian dkk (2014) "*Smoke Detection in Video: An Image Separation Approach*". Menggunakan pendekatan untuk memisahkan komponen asap dari latar belakang sehingga fitur visual dapat diambil dari komponen asap untuk *smoke detection*, penggunaan pendekatan *image sparation* terinspirasi dari properti transparan asap, hasilnya teknik ini mungkin cocok untuk mendeteksi benda2 semi transparan seperti kabut, air, bayangan dan uap.

Kumaseh Max R dkk (2013) "Segmentasi Citra Digital Ikan Menggunakan Metode *Thresholding*". Membuat suatu sistem untuk memisahkan objek mata ikan dengan objek lainnya, metode yang digunakan adalah metode *thresholding* yang mana dimulai dengan input citra ikan, selanjutnya citra tersebut diubah menjadi citra *grayscale* . Setelah itu dilakukan proses segmentasi dengan citra *grayscale*. Setelah itu dipilih hasil segmentasi dan ditandai dengan proses deteksi tepi menggunakan operator *canny* yang dipertajam dengan proses dilasi. Proses paling akhir adalah membuat *plot contour* terhadap hasil proses dilasi dan citra *grayscale*.

Neeraj Bhargava dkk (2014) “*Threshold and binarization for document image analysis using otsu’s Algorithm*”. Melakukan percobaan penggunaan *threshold* dan binerisasi dengan algoritma otsu pada beberapa objek seperti sidik jari, motif batik, granit. Mereka menyimpulkan bahwa proses pembuatan basis berdasarkan Metode ini paling cocok untuk gambar dengan *bimodal histogram* karena menghitung batas optimum yang memisahkannya dua kelas sehingga *spread* gabungan mereka (*varians intraclass*) minimal.



BAB 3

PERANCANGAN SISTEM

3.1 Desain Penelitian

3.1.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan penelitian bertipe deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah penelitian yang menggunakan data dari sampel populasi dan dianalisis sesuai dengan metode statistik yang digunakan.

3.1.2 Alur Kerja Sistem

Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah data kuantitatif dengan jenis data yang digunakan adalah jenis data sekunder yang bersumber dari dosen pembimbing 1 Bapak Fresy Nugroho, MT yang berkaitan dengan jumlah dan foto Gunung Kelud yang berasap.

Dengan *flowchart* deteksi asap yang ditunjukkan pada Gambar 3.1.





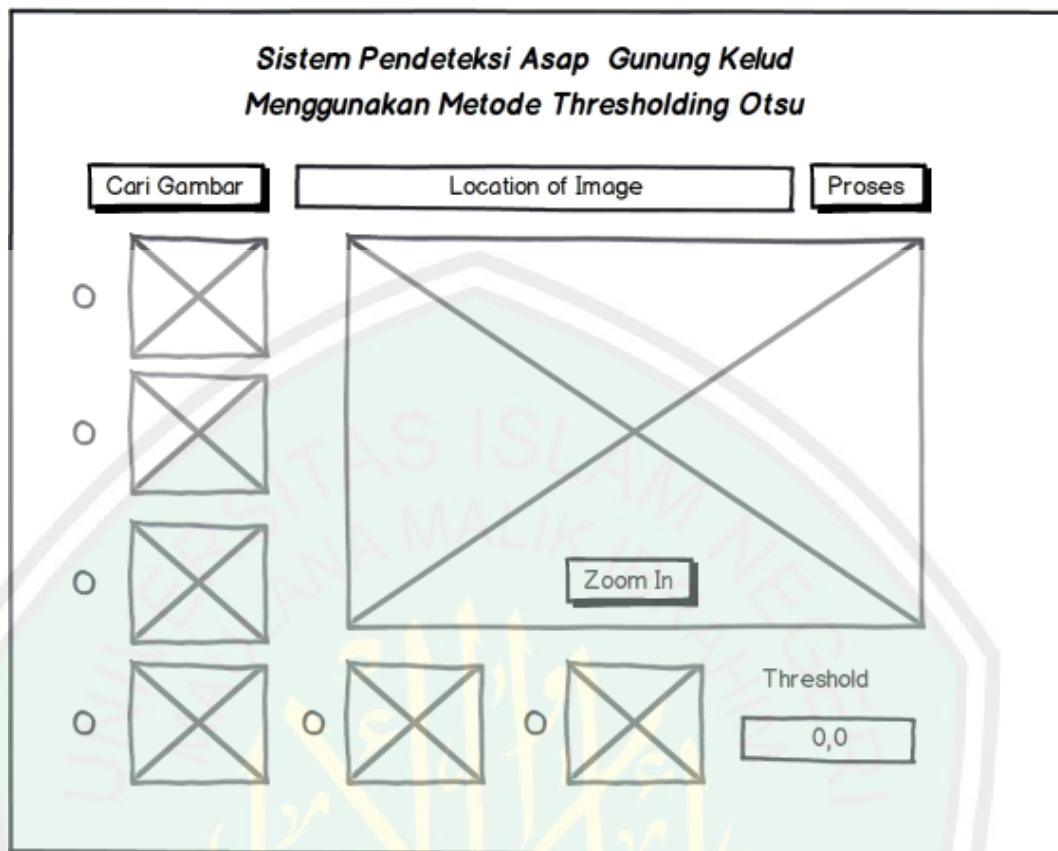
Gambar 3.1 *Flowchart* deteksi asap

Pada Gambar 3.1 menunjukan *flowchart* dari sistem deteksi asap yang dimulai dari input data dengan ukuran 800x450 dengan ekstensi jpg selanjutnya dari citra tersebut dipotong untuk menghilangkan label pada citra sehingga citra berukuran 800x425. Citra RGB yang sudah dipotong diubah menjadi citra *grayscale* yang selanjutnya dikelompokkan sesuai dengan tingkat intensitas abu-abu yang berjumlah 255. Menghitung nilai probabilitas menggunakan data dari tingkat intensitas abu-abu. Menghitung jumlah komulatif menggunakan nilai yang didapat dari probabilitas. Menghitung rerata komulatif dengan melakukan perkalian dan penjumlahan dengan menggunakan nilai dari probabilitas. Menghitung rerata intensitas menggunakan nilai yang didapat dari perhitungan probabilitas. Menghitung nilai maksimal varian antar kelas menggunakan data dari keseluruhan perhitungan dan dicari nilai maksimal dibawah 1. Mengubah citra *grayscale* menjadi citra biner dengan batasan nilai maksimal varian antar kelas. Menghilangkan objek kecil dari citra yang dianggap sebagai *noise* atau pantulan dari kaca. Menutup lubang pada citra biner berfungsi untuk mempermudah pendeteksian sehingga menjadi citra biner penuh. Memberi *marker* pada citra biner sesuai dengan garis tepi citra yang dideteksi.

3.1.3 Bentuk Data

Dalam penelitian ini data yang digunakan adalah citra RGB kawah gunung kelud yang berasap dengan format *Joint Photographic Experts Group* (*.jpeg) dengan ukuran 800x450 piksel.

3.1.4 Desain User Interface



Gambar 3.2 Mock up User Interface untuk deteksi asap

Pada Gambar 3.2 menunjukkan *mock up* sistem pendeteksi dimana pada sistem tersebut ada beberapa tombol yaitu tombol cari gambar, tombol proses dan tombol *zoom in*. Pada sistem ini juga terdapat beberapa *radiobutton* yang nantinya akan menampilkan citra setiap proses yang ketika di klik akan tampil pada layar *zoom in*, dan yang terakhir munculnya nilai *threshold* citra pada kolom *Threshold*.

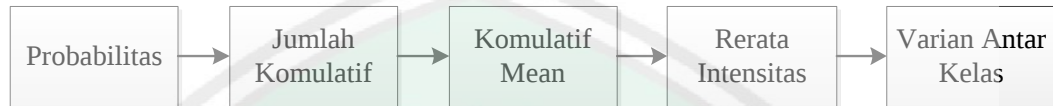
3.2 Pre-Processing

Adapun tahapan *pre-processing* yang dilakukan pada penelitian ini adalah *resize* ukuran gambar. *Resize* adalah pemotongan atau *cropping* gambar

pada objek yaitu gunung kelud yang sebelumnya berukuran 800x450 menjadi 800x425.

3.3 Thresholding

Thresholding dalam penelitian ini digunakan untuk mengubah citra RGB kawah gunung kelud menjadi citra biner.



Gambar 3.3 Blok Diagram Proses Metode Otsu

Pada Gambar 3.3 menunjukkan Blok diagram metode otsu mempunyai perhitungan pada setiap prosesnya dimana terdapat 5 proses yaitu :

Probabilitas $p_i = \frac{ni}{N}$

Jumlah Komulatif $\omega(k) = \sum_{i=0}^k p_i$

Komulatif Mean $\mu(k) = \sum_{i=0}^k i \cdot p_i$

Rerata Intensitas $\mu_T(k) = \sum_{i=0}^{L-1} i \cdot p_i$

Varian antar kelas $\sigma_{\frac{2}{B}}(k) = \frac{[\mu_T \omega(k) - \mu(k)]^2}{\omega(k)[1 - \omega(k)]}$

Keterangan :

P_i = Probabilitas untuk piksel ke- i

ni = Jumlah piksel dengan tingkat keabuan i

N = Total dari jumlah piksel pada citra

Gambar 3.4 Hasil *threshold*

Pada Gambar 3.4 terdapat 3 hasil citra biner yang berbeda dimana Citra A menunjukkan keseluruhan putih hal ini dikarenakan *threshold* hasil citra yang terlalu rendah sedangkan Citra B menunjukkan citra biner yang sebagian putih dan hitam hal ini dikarenakan *threshold* yang berada ditengah sehingga piksel yang dibawah *threshold* menjadi hitam dan piksel diatas *threshold* menjadi putih dan terakhir Citra C menunjukkan kelesuruhan hitam hal ini dikarenakan *threshold* hasil citra yang terlalu tinggi.

Tabel 3.1 Pengujian proses *thresholding*

No	Kasus uji	Hasil yang diharapkan
1.	Pembuatan histogram	Histogram berhasil dibuat
2.	Penyeleksian nilai <i>threshold</i>	Nilai <i>threshold</i> berhasil diseleksi
3.	<i>Thresholding</i> citra	Citra <i>grayscale</i> berubah menjadi citra biner

3.3.1 *Input Citra*

Pada langkah awal *input* citra RGB kawah yang beresolusi 800x450 dengan fungsi “ *imread* ”, fungsi tersebut digunakan untuk menampilkan citra kedalam *Command Window*.

3.3.2 *Resize / Cropping*

Dari citra RGB kawah yang beresolusi 800x450 dipotong bagian label yang berada diatas citra dengan menggunakan fungsi “ *imcrop* ” sehingga menjadi citra RGB yang berukuran 800x425.

3.3.3 *Konversi ke Grayscale*

Mengubah citra RGB kawah menjadi citra *grayscale* dapat menggunakan standar dari BT.601 yaitu dengan mengalikan $(0.2989 \cdot R + 0.5870 \cdot G + 0.1140 \cdot B)$ atau dengan menggunakan fungsi “*rgb2gray*” sehingga menghasilkan citra *Grayscale*.

3.3.4 *Membuat histogram*

Menghitung jumlah piksel yang ada pada setiap tingkat ke abu-abuan dapat menggunakan fungsi “ *imhist* ” dimana dengan fungsi ini dapat mengelompokan setiap piksel dengan tingkat keabu-abuan mulai dari 0-255 setelah itu ditambahkan nilai dari tingkat ke abu-abuan ke 0 sampai dengan ke 255.

3.3.5 *Menghitung Probabilitas*

Menghitung probabilitas setiap nilai pada tingkat ke abu-abuan dengan cara membagi nilai pada tingkat keabu-abuan ke “ *ni*” dengan

total dari jumlah piksel pada citra.
$$p_i = \frac{ni}{N}$$

Columns 154 through 162								
0.0031	0.0031	0.0037	0.0037	0.0038	0.0042	0.0045	0.0048	0.0052
Columns 163 through 171								
0.0057	0.0063	0.0068	0.0076	0.0084	0.0087	0.0093	0.0099	0.0103

Gambar 3.5 Hasil probabilitas

Pada Gambar 3.5 menunjukkan hasil dari perhitungan probabilitas dari kolom 154 sampai kolom 171.

3.3.6 Menghitung Jumlah komulatif

Menghitung jumlah komulatif dengan cara menambahkan setiap probabilitas yang dimulai dari probabilitas ke i sampai probabilitas ke k .

$$\omega(k) = \sum_{i=0}^k p_i$$

Columns 217 through 225								
0.9988	0.9990	0.9992	0.9993	0.9994	0.9995	0.9995	0.9996	0.9997
Columns 226 through 234								
0.9997	0.9998	0.9998	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	0.9999	1.0000
Columns 235 through 243								
1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

Gambar 3.6 Hasil jumlah komulatif

Pada Gambar 3.6 menunjukkan hasil dari perhitungan jumlah komulatif dari kolom 217 sampai kolom 243.

3.3.7 Menghitung Rerata Komulatif

Menghitung rerata komulatif dengan cara menambahkan probabilitas ke i yang dikalikan dengan i , menambakkannya hingga probabilitas ke k yang dikalikan k .

$$\mu(k) = \sum_{i=0}^k i.p_i$$

Columns 127 through 135

25.6110 26.8194 28.0501 29.2769 30.4896 31.7448 33.0136 34.2776 35.3271

Columns 136 through 144

36.2622 37.1956 38.0497 38.8730 39.7139 40.5341 41.3014 42.0679 42.8041

Gambar 3.7 Hasil Rerata komulatif

Pada Gambar 3.7 menunjukan hasil dari perhitungan rerata komulatif dari kolom 217 sampai kolom 243.

3.3.8 Menghitung Rerata Intensitas

Menghitung rerata intensitas dengan cara menambahkan probabilitas ke i yang dikalikan dengan i menambakkannya hingga probabilitas ke $L-1$ yang dikalikan $L-1$.

$$\mu_T(k) = \sum_{i=0}^{L-1} i.p_i$$

Columns 190 through 198

130.7152 133.1190 135.2774 137.1704 138.9248 140.6597 142.3598 144.1217 146.2870

Columns 199 through 207

149.0777 152.1513 154.3853 157.9529 162.3272 167.3496 178.0176 180.5797 193.5031

Gambar 3.8 Hasil rerata intensitas

Pada Gambar 3.8 menunjukan hasil dari perhitungan rerata komulatif dari kolom 190 sampai kolom 207.

3.3.9 Menghitung Maksimum varian antar kelas

Menghitung varian antar kelas dengan cara mengalikan rerata intensitas dengan jumlah komulatif yang dikurangi dengan rerata komulatif hasilnya dipangkatkan 2 lalu dibagi dengan jumlah komulatif yang dikalikan dengan 1 dikurangi jumlah komulatif,

$$\sigma \frac{2}{B}(k) = \frac{[\mu_T \omega(k) - \mu(k)]^2}{\omega(k)[1 - \omega(k)]}$$

Kemudian mencari nilai maksimal varian dengan rentang 0-1

```
Columns 235 through 243
    0         0         0         0         0         0         0         0

Columns 244 through 252
    0         0    0.8827    0.8899    0.7177    0.7236    0.3647    0.1838    0.1853

Columns 253 through 256
|
```

Gambar 3.9 hasil maksimal varian dengan rentang 0-1

Pada Gambar 3.9 menunjukkan hasil dari perhitungan maksimal varian rentang 0-1 dari kolom 235 sampai kolom 256.

Mengubah citra *grayscale* kawah menjadi citra biner dapat menggunakan nilai maksimal dari varian rentang 0-1

Threshold = nilai maksimal varian dengan rentang 0-1 * 255

Citra biner = Citra *Grayscale* > Threshold

Dengan contoh diatas menjelaskan bahwa setiap piksel pada citra *grayscale* yang mempunyai nilai dibawah batasan *threshold* akan diubah menjadi 0 atau menjadi hitam sedangkan piksel citra *grayscale* yang mempunyai nilai diatas batasan *threshold* akan diubah menjadi 1 atau menjadi putih.

3.4 Pendeteksian Citra

3.4.1 Menghilangkan Objek Kecil

Menghilangkan *noise* berupa area kecil pada citra biner dapat menggunakan fungsi “ *bwareaopen* ” dengan fungsi tersebut pada sistem ini dapat menghilangkan area kecil dengan batasan area 100 sehingga apabila terdapat area yang mempunyai area dibawah 100 akan dihilangkan dan akan meninggalkan area yang mempunyai area diatas 100.

3.4.2 Menutup Lubang Pada Citra Biner

Mengisi kekosongan atau lubang dalam citra biner dilakukan untuk mendapatkan citra biner penuh.

```
for baris=1:425
    nilaibarisi=citrabiner (baris,:)
    [baris,kolom]=find(nilaibarisi == 1)
    Lminb=min (baris) ,Lmink=min (kolom)
    Lmaxb=max (baris) ,Lmaxk=max (kolom)
    nilaibarisi (Lmink:Lmaxk)=1
    citrabiner (baris,:)=nilaibarisi
end
```

Sourcescode diatas menjelaskan bahwa pengisian kekosongan menggunakan baris per baris sehingga batasan maksimal yaitu 425 dikarenakan pada proses *cropping* citra diubah dari 800x450 menjadi 800x425, dengan pengecekan setiap baris apabila terdapat nilai 1 maka dicari koordinat minimal dan maksimal dalam satu baris tersebut, jadi apabila terdapat rentang antara koordinat minimal dan koordinat maksimal rentang tersebut akan diisi dengan nilai 1 dan satu baris ini akan di *replace* ke citra biner asli.

3.4.3 Pemberian Marker

Pembuatan marker *boundaries* pada citra RGB dapat dibuat dengan menggunakan fungsi “ *bwboundaries* ” dengan dasar citra biner penuh, pada sistem ini menggunakan *boundaries* berwarna merah dengan ketebalan 1pt.

Tabel 3.2 Pengujian proses pendeteksian citra

No	Kasus uji	Hasil yang diharapkan
1	Menghilangkan objek kecil	Objek berukuran < 100 menghilang
2	Menutup lubang	Tidak terdapatnya lubang dalam objek
3	Pemberian <i>marker</i>	Penempatan <i>marker</i> sesuai dengan citra biner

BAB 4

IMPLEMENTASI DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi tentang hasil implementasi dari perancangan sistem, Penerapan Algoritma *Thresholding Otsu* serta pengujian dalam aplikasi yang telah dibuat. Tujuan dilakukannya pengujian ini yaitu untuk mengetahui apakah metode yang dipilih dapat diterapkan untuk mendeteksi asap kawah gunung kelud.

Sebelum diimplementasikan, terlebih dahulu pemaparan spesifikasi *software* dan *hardware* yang digunakan :

4.1 Perangkat

4.1.1 Perangkat Keras

Perangkat yang digunakan untuk pengujian metode dan pembuatan aplikasi tersebut adalah :

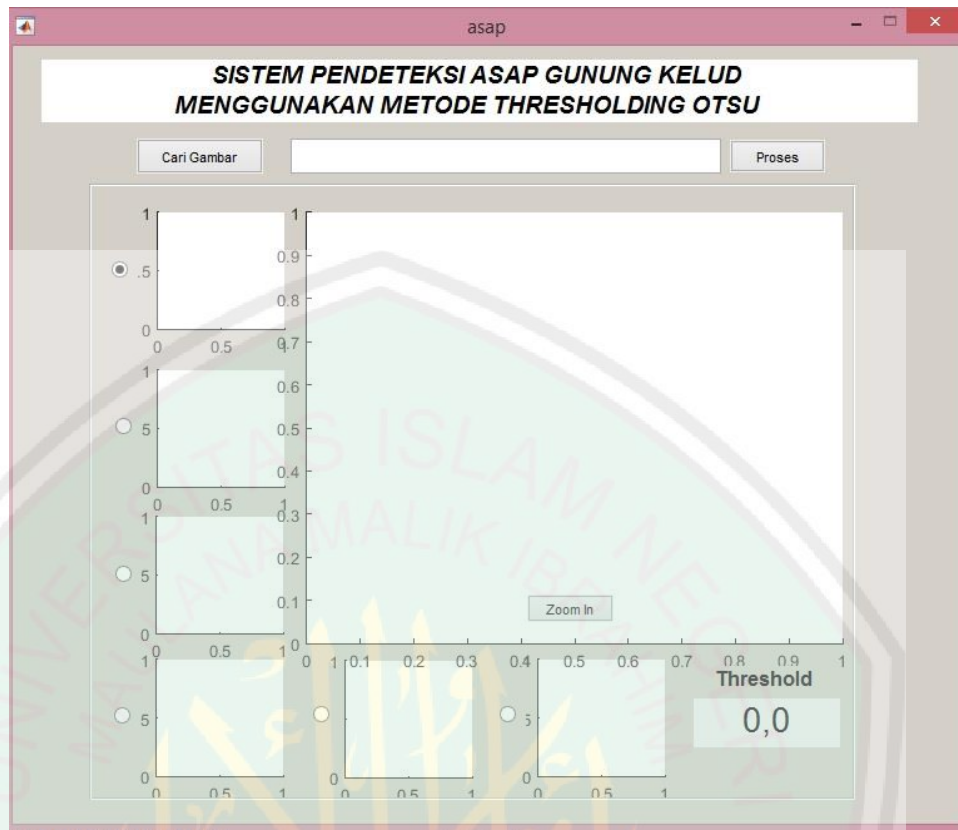
- Laptop ASUS X452E.
- Processor AMD E1-2500 Dual Core (1,4 Ghz).
- RAM 4GB.

4.1.2 Perangkat lunak

Software yang digunakan dalam pembuatan aplikasi dan pengujian metode adalah :

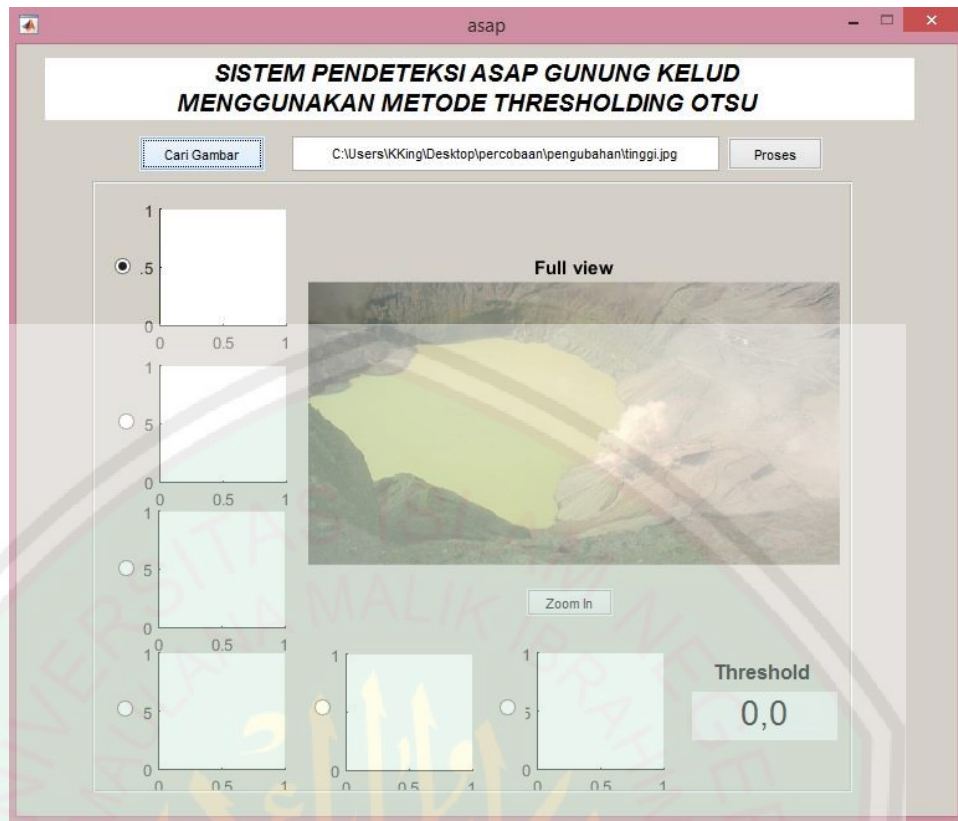
- Sistem Operasi : Windows 8 64bit.
- MATLAB.

4.2 Langkah Uji Coba



Gambar 4.1 Tampilan antar muka

Gambar 4.1 Menunjukkan tampilan antar muka ketika pertama kali dijalankan, pada gambar tersebut terdapat 3 button yaitu *Button Cari Gambar* yang berfungsi untuk mencari gambar sekaligus merubah ukuran citra yang dimasukan lalu terdapat *Button Proses* dimana pada button ini memproses keseluruhan proses yang ada termasuk proses *Thresholding* dan Pendeteksian dan yang terakhir *Button Zoom in* button ini berfungsi untuk memperbesar citra dengan dasar penempatan *radiobutton* yang berlokasi disebelah kiri citra.



Gambar 4.2 Tampilan cari gambar dan *cropping* citra



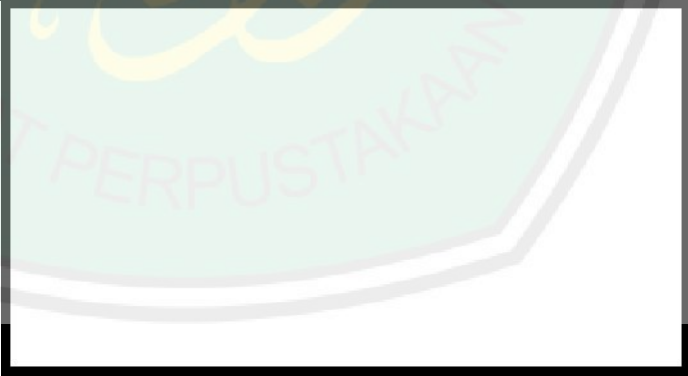
Gambar 4.3 Tampilan keseluruhan proses

4.3 Hasil Uji Coba

4.3.1 Hasil Pengujian Proses *Thresholding*

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Proses *Thresholding* citra tipis 1

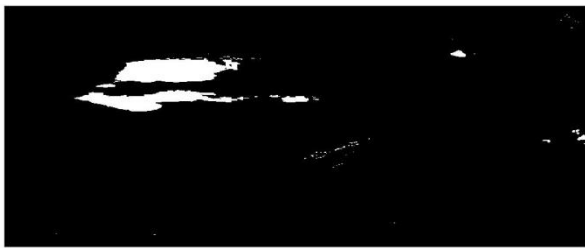
Keabu-abuan	Histogr am	Keabu-abuan	Histogr am	Keabu-abuan	Histogr am	Keabu-abuan	Histogr am
0	0	64	0	128	1621	192	6972
1	0	65	0	129	1788	193	6967
2	0	66	0	130	1726	194	8804
3	0	67	0	131	1635	195	5584
4	0	68	0	132	1542	196	9474
5	0	69	0	133	1470	197	12496
6	0	70	0	134	1412	198	11072
7	0	71	0	135	1385	199	10466
8	0	72	0	136	1320	200	5830
9	0	73	0	137	1367	201	8020
10	0	74	0	138	1295	202	7267
11	0	75	0	139	1288	203	5396
12	0	76	0	140	1096	204	3964
13	0	77	0	141	1040	205	3027
14	0	78	0	142	1000	206	2882
15	0	79	0	143	947	207	2455
16	0	80	0	144	1000	208	2120
17	0	81	0	145	1112	209	1771
18	0	82	0	146	1245	210	1495
19	0	83	0	147	1717	211	1459
20	0	84	0	148	1512	212	1600
21	0	85	0	149	1735	213	1372
22	0	86	0	150	1571	214	1311
23	0	87	0	151	1519	215	1316
24	0	88	0	152	1512	216	1383
25	0	89	0	153	1498	217	1370
26	0	90	0	154	1632	218	1183
27	0	91	0	155	1625	219	1056
28	0	92	0	156	1699	220	1021
29	0	93	0	157	1966	221	1108
30	0	94	0	158	2034	222	973
31	0	95	1	159	2099	223	881
32	0	96	1	160	2182	224	622
33	0	97	0	161	2569	225	414
34	0	98	0	162	2832	226	469
35	0	99	0	163	3090	227	411
36	0	100	1	164	3690	228	372
37	0	101	8	165	4078	229	329

Keabu-abuan	Histogr am	Keabu-abuan	Histogr am	Keabu-abuan	Histogr am	Keabu-abuan	Histogr am
38	0	102	24	166	4203	230	306
39	0	103	34	167	4485	231	285
40	0	104	55	168	4410	232	292
41	0	105	74	169	4212	233	228
42	0	106	89	170	3884	234	120
43	0	107	159	171	3884	235	71
44	0	108	226	172	3875	236	39
45	0	109	304	173	4013	237	14
46	0	110	329	174	3962	238	6
47	0	111	343	175	3871	239	12
48	0	112	372	176	4052	240	4
49	0	113	514	177	4161	241	7
50	0	114	630	178	4025	242	7
51	0	115	808	179	4058	243	7
52	0	116	939	180	4179	244	0
53	0	117	986	181	4376	245	0
54	0	118	1060	182	4869	246	0
55	0	119	1149	183	5028	247	0
56	0	120	1246	184	5161	248	0
57	0	121	1466	185	5045	249	0
58	0	122	1483	186	5083	250	0
59	0	123	1490	187	4981	251	0
60	0	124	1537	188	4980	252	0
61	0	125	1569	189	5337	253	0
62	0	126	1643	190	5408	254	0
63	0	127	1701	191	6528	255	0
Nilai threshold		Thresholding					
0.330022							

Pada tabel 4.1 menunjukan hasil citra biner dengan *threshold* 0,330022 dimana keseluruhan citra berubah menjadi putih karena nilai piksel dalam citra keseluruhan berada diatas batas *threshold*.

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Proses *Thresholding* citra tipis 2

Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m
0	0	64	0	128	1707	192	11082
1	0	65	0	129	1552	193	9429
2	0	66	0	130	1543	194	8203
3	0	67	0	131	1497	195	4142
4	0	68	0	132	1399	196	5929
5	0	69	0	133	1442	197	5831
6	0	70	0	134	1423	198	4792
7	0	71	0	135	1480	199	3701
8	0	72	0	136	1407	200	2634
9	0	73	0	137	1399	201	2543
10	0	74	0	138	1329	202	2578
11	0	75	0	139	1428	203	2161
12	0	76	0	140	1366	204	2459
13	0	77	0	141	1303	205	1968
14	0	78	0	142	1359	206	1721
15	0	79	0	143	1284	207	1497
16	0	80	0	144	1329	208	1225
17	0	81	0	145	1382	209	1161
18	0	82	0	146	1547	210	1071
19	0	83	0	147	1752	211	927
20	0	84	0	148	2025	212	841
21	0	85	0	149	2055	213	799
22	0	86	0	150	2245	214	704
23	0	87	0	151	2233	215	768
24	0	88	0	152	2387	216	562
25	0	89	0	153	2521	217	871
26	0	90	0	154	2624	218	578
27	0	91	0	155	2672	219	679
28	0	92	0	156	2896	220	484
29	0	93	0	157	2946	221	359
30	0	94	0	158	3328	222	289
31	0	95	0	159	3564	223	271
32	0	96	0	160	3507	224	308
33	0	97	0	161	3611	225	257
34	0	98	0	162	3703	226	252

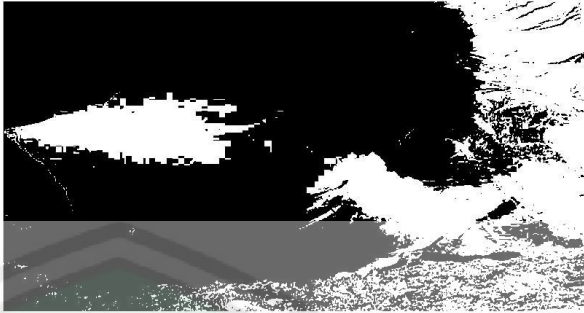
Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m
35	0	99	1	163	3916	227	321
36	0	100	1	164	3935	228	323
37	0	101	1	165	4011	229	247
38	0	102	4	166	3933	230	173
39	0	103	7	167	3993	231	117
40	0	104	12	168	3914	232	41
41	0	105	33	169	3998	233	2
42	0	106	53	170	4108	234	0
43	0	107	80	171	4204	235	0
44	0	108	146	172	4323	236	0
45	0	109	170	173	4865	237	0
46	0	110	226	174	4542	238	0
47	0	111	277	175	4416	239	0
48	0	112	321	176	4432	240	0
49	0	113	374	177	4377	241	0
50	0	114	436	178	4472	242	0
51	0	115	617	179	5012	243	0
52	0	116	788	180	5199	244	0
53	0	117	945	181	5581	245	0
54	0	118	1100	182	6102	246	0
55	0	119	1194	183	6627	247	0
56	0	120	1263	184	7326	248	0
57	0	121	1281	185	6361	249	0
58	0	122	1514	186	7798	250	0
59	0	123	1613	187	9274	251	0
60	0	124	1736	188	9984	252	0
61	0	125	1761	189	10212	253	0
62	0	126	1733	190	6416	254	0
63	0	127	1752	191	11685	255	0
Nilai threshold		Thresholding					
0.827043							

Pada tabel 4.2 menunjukkan hasil citra biner dengan *threshold* 0,827043 dimana piksel dengan nilai diatas *threshold* akan berubah menjadi putih dan piksel dengan nilai dibawah *threshold* akan berubah menjadi hitam.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Proses *Thresholding* citra tipis 3

Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m
0	0	64	0	128	1222	192	9680
1	0	65	0	129	1234	193	11319
2	0	66	0	130	1358	194	14697
3	0	67	0	131	1416	195	6879
4	0	68	0	132	1519	196	15186
5	0	69	0	133	1633	197	10794
6	0	70	0	134	1706	198	8507
7	0	71	0	135	1586	199	6741
8	0	72	0	136	1542	200	5613
9	0	73	0	137	1689	201	5780
10	0	74	0	138	1646	202	5332
11	0	75	0	139	1645	203	4417
12	0	76	0	140	1599	204	4418
13	0	77	0	141	1486	205	4156
14	0	78	0	142	1471	206	4151
15	0	79	0	143	1494	207	4166
16	0	80	0	144	1456	208	3832
17	0	81	0	145	1429	209	3477
18	0	82	0	146	1442	210	3139
19	0	83	0	147	1415	211	2874
20	0	84	0	148	1314	212	2704
21	0	85	0	149	1357	213	2439
22	0	86	0	150	1324	214	1960
23	0	87	0	151	1290	215	1640
24	0	88	0	152	1335	216	1413
25	0	89	0	153	1430	217	1155
26	0	90	0	154	1582	218	894
27	0	91	0	155	1850	219	752
28	0	92	0	156	2176	220	590

Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m
29	0	93	0	157	2651	221	601
30	0	94	0	158	2823	222	533
31	0	95	0	159	3032	223	433
32	0	96	0	160	3010	224	396
33	0	97	0	161	2974	225	370
34	0	98	0	162	2999	226	331
35	0	99	0	163	3023	227	265
36	0	100	0	164	2925	228	242
37	0	101	0	165	2685	229	193
38	0	102	0	166	2509	230	212
39	0	103	1	167	2384	231	210
40	0	104	1	168	2437	232	180
41	0	105	0	169	2498	233	171
42	0	106	0	170	2441	234	164
43	0	107	1	171	2628	235	180
44	0	108	8	172	2927	236	185
45	0	109	11	173	3155	237	148
46	0	110	18	174	3307	238	177
47	0	111	40	175	3492	239	165
48	0	112	42	176	3543	240	192
49	0	113	69	177	3809	241	188
50	0	114	94	178	3722	242	244
51	0	115	121	179	3659	243	336
52	0	116	174	180	3766	244	326
53	0	117	210	181	3981	245	487
54	0	118	252	182	4441	246	278
55	0	119	287	183	4632	247	197
56	0	120	335	184	4841	248	49
57	0	121	393	185	4159	249	59
58	0	122	524	186	4665	250	12
59	0	123	684	187	5553	251	0
60	0	124	854	188	7764	252	0
61	0	125	925	189	7315	253	1
62	0	126	1081	190	4753	254	0
63	0	127	1153	191	8343	255	0

Nilai <i>threshold</i>	<i>Thresholding</i>
0.768721	

Pada tabel 4.3 menunjukan hasil citra biner dengan *threshold* 0,768721 dimana piksel dengan nilai diatas *threshold* akan berubah menjadi putih dan piksel dengan nilai dibawah *threshold* akan berubah menjadi hitam.

Tabel 4.4 Hasil Pengujian Proses *Thresholding* citra sedang 1

Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m
0	0	64	0	128	2279	192	2233
1	0	65	0	129	2401	193	1843
2	0	66	0	130	2451	194	1824
3	0	67	0	131	2723	195	1394
4	0	68	0	132	2745	196	1537
5	0	69	0	133	2699	197	2498
6	0	70	0	134	2433	198	3416
7	0	71	0	135	2414	199	3144
8	0	72	0	136	2165	200	2073
9	0	73	0	137	2111	201	2074
10	0	74	0	138	2025	202	2949
11	0	75	0	139	2009	203	2677
12	0	76	0	140	2007	204	3498
13	0	77	0	141	1875	205	2459
14	0	78	0	142	1902	206	4256
15	0	79	2	143	1909	207	6159
16	0	80	4	144	1980	208	6132
17	0	81	11	145	2038	209	7063

Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m
18	0	82	23	146	2147	210	2775
19	0	83	30	147	2088	211	5206
20	0	84	50	148	2131	212	4563
21	0	85	60	149	2018	213	3315
22	0	86	79	150	1989	214	1465
23	0	87	99	151	1922	215	564
24	0	88	149	152	1982	216	612
25	0	89	184	153	1989	217	478
26	0	90	254	154	1966	218	352
27	0	91	299	155	2070	219	163
28	0	92	421	156	2074	220	43
29	0	93	615	157	2158	221	12
30	0	94	777	158	2284	222	5
31	0	95	1042	159	2155	223	5
32	0	96	1441	160	2215	224	5
33	0	97	1626	161	2241	225	1
34	0	98	1973	162	2301	226	1
35	0	99	2459	163	2351	227	2
36	0	100	2811	164	2486	228	3
37	0	101	3146	165	2727	229	2
38	0	102	3633	166	2881	230	1
39	0	103	4062	167	3206	231	0
40	0	104	4578	168	3153	232	0
41	0	105	4787	169	3311	233	0
42	0	106	4873	170	3307	234	0
43	0	107	4771	171	3435	235	0
44	0	108	4767	172	3387	236	0
45	0	109	4242	173	3504	237	1
46	0	110	3997	174	3402	238	0
47	0	111	3636	175	3293	239	0
48	0	112	3340	176	3309	240	0
49	0	113	2941	177	3349	241	0
50	0	114	2563	178	3514	242	0
51	0	115	2445	179	3979	243	0
52	0	116	2169	180	3590	244	0
53	0	117	2060	181	3732	245	0
54	0	118	1972	182	3885	246	0

Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m
55	0	119	1889	183	3441	247	0
56	0	120	1867	184	3299	248	0
57	0	121	1881	185	2771	249	0
58	0	122	1910	186	2826	250	0
59	0	123	1907	187	3005	251	0
60	0	124	2008	188	2594	252	0
61	0	125	2029	189	2658	253	1
62	0	126	2282	190	2231	254	1
63	0	127	2250	191	2259	255	0
Nilai <i>threshold</i>		<i>Thresholding</i>					
0.917349							

Pada tabel 4.4 menunjukan hasil citra biner dengan *threshold* 0,917349 dimana keseluruhan citra berubah menjadi hitam karena nilai piksel dalam citra keseluruhan berada dibawah batas *threshold*.

Tabel 4.5 Hasil Pengujian Proses *Thresholding* citra sedang 2

Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m
0	0	64	0	128	3434	192	6491
1	0	65	0	129	3505	193	5906
2	0	66	0	130	3664	194	6066
3	0	67	0	131	3703	195	3867
4	0	68	0	132	3770	196	5932
5	0	69	0	133	3951	197	5869
6	0	70	0	134	3761	198	6283
7	0	71	0	135	3939	199	7562

Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m
8	0	72	0	136	3891	200	4407
9	0	73	0	137	3832	201	8864
10	0	74	0	138	3740	202	13743
11	0	75	0	139	3734	203	9073
12	0	76	0	140	3485	204	6222
13	0	77	0	141	3424	205	2028
14	0	78	0	142	3315	206	1807
15	0	79	0	143	3092	207	982
16	0	80	0	144	3001	208	656
17	0	81	0	145	2720	209	525
18	0	82	0	146	2618	210	472
19	0	83	0	147	2496	211	415
20	0	84	0	148	2328	212	366
21	0	85	0	149	2208	213	350
22	0	86	0	150	2091	214	308
23	0	87	0	151	2251	215	344
24	0	88	0	152	2080	216	265
25	0	89	0	153	2187	217	240
26	0	90	0	154	2164	218	216
27	0	91	0	155	2063	219	240
28	0	92	0	156	2166	220	220
29	0	93	0	157	2363	221	187
30	0	94	0	158	2553	222	176
31	0	95	0	159	2683	223	212
32	0	96	0	160	2716	224	171
33	0	97	1	161	2852	225	156
34	0	98	2	162	2957	226	125
35	0	99	5	163	3212	227	116
36	0	100	10	164	3375	228	121
37	0	101	8	165	3534	229	97
38	0	102	22	166	3588	230	102
39	0	103	40	167	3895	231	88
40	0	104	45	168	3798	232	93
41	0	105	53	169	3792	233	74
42	0	106	84	170	3520	234	63
43	0	107	111	171	3485	235	88
44	0	108	161	172	3516	236	91

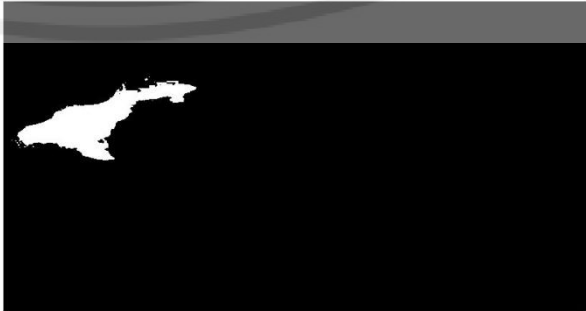
Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m
45	0	109	222	173	3420	237	63
46	0	110	315	174	3440	238	59
47	0	111	351	175	3329	239	67
48	0	112	468	176	3195	240	42
49	0	113	514	177	3279	241	76
50	0	114	553	178	3136	242	26
51	0	115	718	179	3047	243	40
52	0	116	879	180	2909	244	43
53	0	117	966	181	3119	245	9
54	0	118	1144	182	3225	246	3
55	0	119	1397	183	3073	247	0
56	0	120	1584	184	3163	248	1
57	0	121	1836	185	3169	249	0
58	0	122	2043	186	3413	250	0
59	0	123	2216	187	3778	251	1
60	0	124	2569	188	4537	252	1
61	0	125	2851	189	5228	253	0
62	0	126	3037	190	5060	254	0
63	0	127	3261	191	6452	255	0
Nilai <i>threshold</i>		<i>Thresholding</i>					
0.780017							

Pada tabel 4.5 menunjukkan hasil citra biner dengan *threshold*

0,78817 dimana piksel dengan nilai diatas *threshold* akan berubah menjadi putih dan piksel dengan nilai dibawah *threshold* akan berubah menjadi hitam.

Tabel 4.6 Hasil Pengujian Proses *Thresholding* citra sedang 3

Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m
0	0	64	0	128	3443	192	4551
1	0	65	0	129	3523	193	3800
2	0	66	0	130	3632	194	5873
3	0	67	0	131	3596	195	2822
4	0	68	0	132	3548	196	6102
5	0	69	0	133	3521	197	8086
6	0	70	0	134	3617	198	7013
7	0	71	0	135	3636	199	6240
8	0	72	0	136	3567	200	2574
9	0	73	0	137	3646	201	5189
10	0	74	0	138	3546	202	4295
11	0	75	0	139	3555	203	2976
12	0	76	0	140	3448	204	2478
13	0	77	0	141	3415	205	1150
14	0	78	0	142	3303	206	1573
15	0	79	0	143	3291	207	1338
16	0	80	0	144	3284	208	1052
17	0	81	0	145	3287	209	1048
18	0	82	0	146	3457	210	673
19	0	83	0	147	3542	211	830
20	0	84	0	148	3571	212	751
21	0	85	0	149	3355	213	560
22	0	86	0	150	3285	214	436
23	0	87	0	151	3346	215	375
24	0	88	0	152	3416	216	291
25	0	89	0	153	3363	217	335
26	0	90	0	154	3245	218	319
27	0	91	0	155	3292	219	350
28	0	92	0	156	3395	220	333
29	0	93	0	157	3633	221	334
30	0	94	5	158	4002	222	322
31	0	95	3	159	4209	223	276
32	0	96	10	160	4322	224	289
33	0	97	16	161	4224	225	295
34	0	98	16	162	4216	226	333
35	0	99	29	163	4091	227	360
36	0	100	44	164	3922	228	365

Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m
37	0	101	46	165	3699	229	473
38	0	102	59	166	3736	230	457
39	0	103	89	167	3736	231	486
40	0	104	95	168	3294	232	486
41	0	105	125	169	3350	233	437
42	0	106	150	170	3060	234	397
43	0	107	200	171	3053	235	431
44	0	108	282	172	2802	236	466
45	0	109	391	173	3160	237	497
46	0	110	382	174	2977	238	612
47	0	111	529	175	2957	239	746
48	0	112	671	176	2875	240	548
49	0	113	765	177	2872	241	603
50	0	114	959	178	2832	242	754
51	0	115	991	179	2823	243	1161
52	0	116	1206	180	2793	244	1493
53	0	117	1268	181	3025	245	3320
54	0	118	1418	182	2946	246	1085
55	0	119	1580	183	2908	247	65
56	0	120	1763	184	2887	248	14
57	0	121	1894	185	2737	249	3
58	0	122	2250	186	2903	250	0
59	0	123	2521	187	3257	251	0
60	0	124	2650	188	4245	252	0
61	0	125	2833	189	3803	253	0
62	0	126	3048	190	2680	254	0
63	0	127	3239	191	3798	255	0
Nilai threshold		Thresholding					
0.940806							

Pada tabel 4.6 menunjukkan hasil citra biner dengan *threshold* 0,940806 dimana piksel dengan nilai diatas *threshold* akan berubah menjadi putih dan piksel dengan nilai dibawah *threshold* akan berubah menjadi hitam.

Tabel 4.7 Hasil Pengujian Proses *Thresholding* citra tebal 1

Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m
0	0	64	0	128	2143	192	3137
1	0	65	0	129	2479	193	2950
2	0	66	0	130	2453	194	3073
3	0	67	0	131	2605	195	3186
4	0	68	0	132	2678	196	3361
5	0	69	0	133	2864	197	4252
6	0	70	0	134	2800	198	5710
7	0	71	0	135	2602	199	7624
8	0	72	0	136	2495	200	3568
9	0	73	0	137	2328	201	6469
10	0	74	0	138	2337	202	7228
11	0	75	0	139	2310	203	6010
12	0	76	0	140	2203	204	13635
13	0	77	0	141	2119	205	2871
14	0	78	0	142	1960	206	18708
15	0	79	0	143	1762	207	10356
16	0	80	0	144	1688	208	2075
17	0	81	0	145	1585	209	1065
18	0	82	1	146	1518	210	430
19	0	83	5	147	1389	211	253
20	0	84	14	148	1460	212	191
21	0	85	21	149	1320	213	185
22	0	86	34	150	1437	214	165
23	0	87	34	151	1412	215	169
24	0	88	54	152	1261	216	140
25	0	89	73	153	1364	217	147
26	0	90	135	154	1352	218	163
27	0	91	181	155	1304	219	170
28	0	92	252	156	1414	220	148

Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m
29	0	93	313	157	1417	221	134
30	0	94	390	158	1461	222	159
31	0	95	594	159	1600	223	141
32	0	96	801	160	1558	224	152
33	0	97	1010	161	1601	225	151
34	0	98	1247	162	1752	226	140
35	0	99	1484	163	1863	227	135
36	0	100	1638	164	2159	228	127
37	0	101	1718	165	2376	229	115
38	0	102	1915	166	2543	230	130
39	0	103	1808	167	2585	231	152
40	0	104	1992	168	2732	232	179
41	0	105	2133	169	2803	233	134
42	0	106	2266	170	2904	234	148
43	0	107	2161	171	2923	235	108
44	0	108	2212	172	3122	236	115
45	0	109	2184	173	2961	237	146
46	0	110	2166	174	3284	238	121
47	0	111	2173	175	3147	239	131
48	0	112	2103	176	3219	240	154
49	0	113	2373	177	3144	241	176
50	0	114	2450	178	3279	242	196
51	0	115	2264	179	3552	243	189
52	0	116	2139	180	3785	244	225
53	0	117	2113	181	4155	245	230
54	0	118	1940	182	4318	246	129
55	0	119	1979	183	4572	247	40
56	0	120	1652	184	4431	248	8
57	0	121	1668	185	4716	249	3
58	0	122	1767	186	4596	250	1
59	0	123	1581	187	4684	251	0
60	0	124	1722	188	4533	252	0
61	0	125	1758	189	4237	253	0
62	0	126	1995	190	3718	254	0
63	0	127	2172	191	3535	255	0

Nilai <i>threshold</i>	<i>Thresholding</i>
0.871145	

Pada tabel 4.7 menunjukan hasil citra biner dengan *threshold* 0,827043 dimana piksel dengan nilai diatas *threshold* akan berubah menjadi putih dan piksel dengan nilai dibawah *threshold* akan berubah menjadi hitam.

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Proses *Thresholding* citra tebal 2

Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m
0	0	64	0	128	2634	192	4819
1	0	65	0	129	2623	193	4100
2	0	66	0	130	2266	194	3576
3	0	67	0	131	2221	195	3373
4	0	68	0	132	2109	196	3749
5	0	69	0	133	2097	197	3981
6	0	70	0	134	1891	198	3514
7	0	71	0	135	1890	199	2990
8	0	72	0	136	1764	200	2395
9	0	73	0	137	1851	201	2545
10	0	74	0	138	1873	202	3071
11	0	75	0	139	1665	203	3659
12	0	76	0	140	1472	204	6193
13	0	77	0	141	1327	205	3093
14	0	78	0	142	1249	206	9885
15	0	79	0	143	1250	207	11017
16	0	80	1	144	1247	208	10288
17	0	81	1	145	1214	209	9762

Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m
18	0	82	3	146	1223	210	3437
19	0	83	2	147	1197	211	7764
20	0	84	3	148	1034	212	5760
21	0	85	5	149	1098	213	4839
22	0	86	3	150	1006	214	702
23	0	87	12	151	962	215	234
24	0	88	13	152	1103	216	179
25	0	89	21	153	1063	217	124
26	0	90	27	154	1147	218	100
27	0	91	20	155	1191	219	100
28	0	92	22	156	1271	220	113
29	0	93	26	157	1219	221	84
30	0	94	26	158	1304	222	87
31	0	95	36	159	1318	223	62
32	0	96	44	160	1300	224	69
33	0	97	83	161	1334	225	73
34	0	98	127	162	1358	226	59
35	0	99	185	163	1420	227	62
36	0	100	243	164	1577	228	66
37	0	101	323	165	1726	229	54
38	0	102	408	166	1954	230	59
39	0	103	539	167	2151	231	49
40	0	104	743	168	2352	232	44
41	0	105	905	169	2653	233	49
42	0	106	1070	170	2788	234	45
43	0	107	1300	171	2903	235	46
44	0	108	1466	172	2966	236	46
45	0	109	1562	173	2930	237	51
46	0	110	1793	174	3117	238	44
47	0	111	2006	175	3278	239	59
48	0	112	2259	176	3229	240	58
49	0	113	2427	177	3307	241	50
50	0	114	2731	178	3388	242	59
51	0	115	2964	179	3777	243	45
52	0	116	3331	180	3868	244	48
53	0	117	3525	181	4483	245	47
54	0	118	3658	182	4539	246	47

Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m
55	0	119	3585	183	4489	247	42
56	0	120	3540	184	4896	248	23
57	0	121	3567	185	5056	249	10
58	0	122	3559	186	5221	250	14
59	0	123	3422	187	5616	251	7
60	0	124	3379	188	5890	252	0
61	0	125	3081	189	6080	253	0
62	0	126	2976	190	5562	254	0
63	0	127	2875	191	5196	255	0
Nilai <i>threshold</i>		<i>Thresholding</i>					
0.979264							

Pada tabel 4.8 menunjukan hasil citra biner dengan *threshold* 0,979264 dimana keseluruhan citra berubah menjadi hitam karena nilai piksel dalam citra keseluruhan berada dibawah batas *threshold*.

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Proses *Thresholding* citra tebal 3

Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m
0	0	64	0	128	1488	192	8661
1	0	65	0	129	1632	193	7855
2	0	66	0	130	1646	194	9200
3	0	67	0	131	1617	195	6126
4	0	68	0	132	1694	196	8011
5	0	69	0	133	1815	197	9314
6	0	70	0	134	1990	198	10380
7	0	71	0	135	2014	199	10820

Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m
8	0	72	0	136	2040	200	5230
9	0	73	0	137	2090	201	11539
10	0	74	0	138	2304	202	13506
11	0	75	0	139	2577	203	12783
12	0	76	0	140	2320	204	12352
13	0	77	0	141	2377	205	2533
14	0	78	0	142	2262	206	5531
15	0	79	0	143	2278	207	1584
16	0	80	0	144	2073	208	875
17	0	81	0	145	2144	209	418
18	0	82	0	146	2252	210	259
19	0	83	0	147	2190	211	125
20	0	84	2	148	2321	212	102
21	0	85	3	149	2234	213	88
22	0	86	5	150	2365	214	63
23	0	87	9	151	2250	215	53
24	0	88	18	152	2272	216	48
25	0	89	21	153	2296	217	57
26	0	90	23	154	2198	218	42
27	0	91	33	155	2215	219	53
28	0	92	53	156	2173	220	69
29	0	93	70	157	2223	221	42
30	0	94	90	158	2084	222	49
31	0	95	128	159	2121	223	38
32	0	96	211	160	1967	224	44
33	0	97	254	161	1897	225	55
34	0	98	316	162	1764	226	37
35	0	99	488	163	1704	227	45
36	0	100	534	164	1657	228	53
37	0	101	649	165	1577	229	35
38	0	102	770	166	1629	230	42
39	0	103	956	167	1703	231	40
40	0	104	1180	168	1689	232	41
41	0	105	1126	169	1727	233	52
42	0	106	1240	170	1815	234	44
43	0	107	1339	171	1938	235	24
44	0	108	1478	172	2191	236	27

Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m
45	0	109	1625	173	2458	237	37
46	0	110	1598	174	2740	238	28
47	0	111	1678	175	2817	239	26
48	0	112	1569	176	2937	240	24
49	0	113	1406	177	2973	241	15
50	0	114	1394	178	3080	242	17
51	0	115	1227	179	3089	243	11
52	0	116	1230	180	3315	244	11
53	0	117	1271	181	3813	245	6
54	0	118	1341	182	3718	246	3
55	0	119	1366	183	3467	247	2
56	0	120	1360	184	3408	248	0
57	0	121	1398	185	3466	249	0
58	0	122	1504	186	3946	250	0
59	0	123	1364	187	4069	251	0
60	0	124	1446	188	4565	252	0
61	0	125	1467	189	5798	253	0
62	0	126	1630	190	5670	254	0
63	0	127	1465	191	6998	255	0
Nilai <i>threshold</i>		<i>Thresholding</i>					
0.882708							

Pada tabel 4.9 menunjukan hasil citra biner dengan *threshold* 0,882708 dimana piksel dengan nilai diatas *threshold* akan berubah menjadi putih dan piksel dengan nilai dibawah *threshold* akan berubah menjadi hitam.

Tabel 4.10 Hasil Pengujian Proses *Thresholding* citra tanpa asap 1

Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m
0	0	64	0	128	1440	192	6499
1	0	65	0	129	1393	193	5232
2	0	66	0	130	1232	194	5621
3	0	67	0	131	1243	195	5098
4	0	68	0	132	1324	196	5869
5	0	69	0	133	1417	197	6626
6	0	70	0	134	1514	198	7013
7	0	71	0	135	1400	199	6615
8	0	72	0	136	1327	200	4837
9	0	73	0	137	1408	201	4703
10	0	74	0	138	1456	202	5055
11	0	75	0	139	1521	203	4857
12	0	76	0	140	1366	204	4887
13	0	77	0	141	1542	205	3187
14	0	78	0	142	1566	206	3526
15	0	79	0	143	1521	207	3554
16	0	80	0	144	1431	208	3329
17	0	81	0	145	1430	209	2587
18	0	82	0	146	1543	210	2152
19	0	83	0	147	1444	211	2393
20	0	84	0	148	1459	212	2415
21	0	85	0	149	1598	213	2377
22	0	86	0	150	1570	214	2791
23	0	87	0	151	1582	215	1576
24	0	88	0	152	1532	216	3167
25	0	89	0	153	1664	217	2966
26	0	90	0	154	1775	218	3042
27	0	91	0	155	1882	219	3418
28	0	92	0	156	1863	220	1157
29	0	93	0	157	2017	221	859
30	0	94	0	158	2163	222	429
31	0	95	0	159	2318	223	73
32	0	96	1	160	2363	224	65
33	0	97	0	161	2490	225	56
34	0	98	3	162	2596	226	52
35	0	99	6	163	2651	227	37
36	0	100	8	164	2839	228	23

Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m
37	0	101	65	165	2863	229	29
38	0	102	94	166	3083	230	24
39	0	103	137	167	3059	231	25
40	0	104	193	168	3352	232	28
41	0	105	248	169	3440	233	30
42	0	106	372	170	3574	234	39
43	0	107	501	171	3556	235	19
44	0	108	641	172	3647	236	11
45	0	109	791	173	3970	237	22
46	0	110	863	174	4168	238	11
47	0	111	891	175	4337	239	7
48	0	112	1086	176	4415	240	9
49	0	113	1298	177	4508	241	3
50	0	114	1518	178	4463	242	2
51	0	115	1706	179	4753	243	6
52	0	116	1927	180	4705	244	4
53	0	117	1999	181	4813	245	4
54	0	118	2070	182	4715	246	2
55	0	119	2133	183	4942	247	4
56	0	120	2226	184	5652	248	1
57	0	121	2222	185	5323	249	2
58	0	122	2015	186	6031	250	6
59	0	123	1902	187	6546	251	1
60	0	124	1724	188	6505	252	1
61	0	125	1696	189	6473	253	1
62	0	126	1600	190	5958	254	1
63	0	127	1516	191	6382	255	0
Nilai threshold		Thresholding					
0.735285							

Pada tabel 4.10 menunjukkan hasil citra biner dengan *threshold* 0,735285 dimana piksel dengan nilai diatas *threshold* akan berubah menjadi putih dan piksel dengan nilai dibawah *threshold* akan berubah menjadi hitam.

Tabel 4.11 Hasil Pengujian Proses *Thresholding* citra tanpa asap 2

Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m
0	0	64	0	128	2510	192	2652
1	0	65	0	129	2514	193	2281
2	0	66	0	130	2427	194	2104
3	0	67	0	131	2585	195	1810
4	0	68	0	132	2677	196	1624
5	0	69	0	133	2693	197	1615
6	0	70	0	134	2677	198	1465
7	0	71	0	135	2588	199	1566
8	0	72	0	136	2413	200	1579
9	0	73	0	137	2418	201	2442
10	0	74	0	138	2303	202	2907
11	0	75	0	139	2418	203	4027
12	0	76	0	140	2402	204	5097
13	0	77	0	141	2287	205	2886
14	0	78	0	142	2269	206	5612
15	0	79	0	143	2045	207	6667
16	0	80	0	144	1966	208	7343
17	0	81	0	145	1875	209	8293
18	0	82	0	146	1823	210	3480
19	0	83	0	147	1686	211	9090
20	0	84	20	148	1523	212	12091
21	0	85	21	149	1447	213	5884
22	0	86	41	150	1416	214	3067
23	0	87	62	151	1384	215	539
24	0	88	152	152	1319	216	470
25	0	89	167	153	1365	217	85
26	0	90	277	154	1297	218	16
27	0	91	482	155	1552	219	14
28	0	92	610	156	1496	220	15

Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m
29	0	93	925	157	1506	221	14
30	0	94	1208	158	1575	222	8
31	0	95	1564	159	1549	223	9
32	0	96	1963	160	1647	224	9
33	0	97	2189	161	1645	225	10
34	0	98	2395	162	1618	226	5
35	0	99	2869	163	1685	227	7
36	0	100	2983	164	1753	228	5
37	0	101	3183	165	1821	229	7
38	0	102	3105	166	1929	230	4
39	0	103	3006	167	2084	231	2
40	0	104	2859	168	2248	232	11
41	0	105	2818	169	2331	233	5
42	0	106	2817	170	2497	234	2
43	0	107	2889	171	2735	235	5
44	0	108	2793	172	2843	236	5
45	0	109	2800	173	3096	237	5
46	0	110	2712	174	3182	238	2
47	0	111	2645	175	3349	239	2
48	0	112	2569	176	3231	240	3
49	0	113	2666	177	2989	241	3
50	0	114	2678	178	3165	242	5
51	0	115	2560	179	3224	243	4
52	0	116	2590	180	3488	244	2
53	0	117	2527	181	3497	245	3
54	0	118	2551	182	3583	246	5
55	0	119	2583	183	3526	247	4
56	0	120	2607	184	3374	248	5
57	0	121	2520	185	3230	249	0
58	0	122	2602	186	3231	250	5
59	0	123	2621	187	3108	251	2
60	0	124	2626	188	3162	252	3
61	0	125	2579	189	2909	253	1
62	0	126	2818	190	2920	254	0
63	0	127	2637	191	2723	255	0

Nilai <i>threshold</i>	<i>Thresholding</i>
0.871145	

Pada tabel 4.11 menunjukkan hasil citra biner dengan *threshold* 0,871145 dimana keseluruhan citra berubah menjadi hitam karena nilai piksel dalam citra keseluruhan berada dibawah batas *threshold*.

Tabel 4.12 Hasil Pengujian Proses *Thresholding* citra tanpa asap 3

Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m
0	0	64	0	128	2708	192	2098
1	0	65	0	129	2656	193	1832
2	0	66	0	130	2578	194	1779
3	0	67	0	131	2649	195	1700
4	0	68	0	132	2644	196	1790
5	0	69	0	133	2592	197	2468
6	0	70	0	134	2009	198	3517
7	0	71	0	135	1691	199	3965
8	0	72	0	136	1662	200	2498
9	0	73	0	137	1441	201	4729
10	0	74	0	138	1344	202	6040
11	0	75	0	139	1368	203	7066
12	0	76	0	140	1298	204	16406
13	0	77	0	141	1152	205	2802
14	0	78	0	142	1134	206	19876
15	0	79	0	143	1046	207	11255
16	0	80	0	144	997	208	5623
17	0	81	5	145	929	209	1899
18	0	82	13	146	922	210	522
19	0	83	16	147	923	211	389

Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m
20	0	84	22	148	827	212	153
21	0	85	47	149	877	213	129
22	0	86	105	150	847	214	108
23	0	87	151	151	970	215	67
24	0	88	250	152	978	216	82
25	0	89	338	153	1058	217	59
26	0	90	426	154	1056	218	52
27	0	91	608	155	1248	219	46
28	0	92	788	156	1263	220	34
29	0	93	927	157	1281	221	25
30	0	94	1286	158	1417	222	28
31	0	95	1429	159	1530	223	21
32	0	96	1591	160	1626	224	24
33	0	97	1696	161	1778	225	16
34	0	98	1834	162	1931	226	16
35	0	99	2052	163	2131	227	16
36	0	100	2129	164	2328	228	12
37	0	101	2288	165	2579	229	9
38	0	102	2389	166	2845	230	7
39	0	103	2282	167	2952	231	5
40	0	104	2138	168	3176	232	7
41	0	105	2099	169	3360	233	5
42	0	106	2022	170	3507	234	4
43	0	107	2038	171	3696	235	0
44	0	108	1904	172	3878	236	1
45	0	109	1890	173	4106	237	0
46	0	110	1852	174	4173	238	2
47	0	111	1885	175	4189	239	3
48	0	112	1795	176	4158	240	0
49	0	113	1797	177	4536	241	0
50	0	114	1950	178	4939	242	0
51	0	115	1911	179	5089	243	0
52	0	116	1848	180	5507	244	1
53	0	117	1741	181	5596	245	1
54	0	118	1825	182	5882	246	0
55	0	119	1822	183	5700	247	1
56	0	120	1899	184	5243	248	0

Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m	Keab u- abuan	Histogra m
57	0	121	1963	185	5124	249	2
58	0	122	2121	186	4666	250	1
59	0	123	2337	187	4405	251	0
60	0	124	2398	188	3737	252	1
61	0	125	2459	189	3417	253	0
62	0	126	2743	190	3064	254	0
63	0	127	2691	191	2595	255	0
Nilai <i>threshold</i>		Thresholding					
0.889928							

Pada tabel 4.12 menunjukkan hasil citra biner dengan *threshold* 0,889928 dimana keseluruhan citra berubah menjadi hitam karena nilai piksel dalam citra keseluruhan berada dibawah batas *threshold*.

4.3.2 Hasil Pengujian Proses Pendeteksian Citra

Tabel 4.13 Hasil Pengujian Proses Pendeteksian citra tipis 1

Citra biner				
				
Blob	Area	Area > 100	Area Filled	Perimeter
1	340000	340000	340000	240000

Citra RGB dengan marker

Tabel 4.14 Hasil Pengujian Proses Pendeteksian citra tipis 2

Citra Biner

Blob	Area	Area > 100	Area Filled	Perimeter
65	1	3901	3905	581.942
	3901	118	118	55.269
	118	5267	5279	453.301
	13	319	319	87.812
	5267	162	163	49.439
	3			
	1			
	8			
	1			
	4			
	3			
	6			
	5			
	13			
	5			
	7			
	1			
	39			

Blob	Area	Area > 100	Area Filled	Perimeter
	319			
	4			
	8			
	1			
	4			
	13			
	4			
	2			
	2			
	1			
	4			
	2			
	3			
	6			
	1			
	1			
	2			
	16			
	1			
	2			
	2			
	8			
	1			
	3			
	6			
	3			
	1			
	7			
	1			
	6			
	3			
	2			
	162			
	1			
	2			
	30			
	2			
	1			
	2			
	2			
	3			
	15			

Blob	Area	Area > 100	Area Filled	Perimeter
	1			
	28			
	83			
	1			
	5			

Citra RGB dengan marker



Tabel 4.15 Hasil Pengujian Proses Pendeteksian citra tipis 3

Citra Biner



Blob	Area	Area > 100	Area Filled	Perimeter
517	2	18283	18512	13135
	92	1127	1259	501.399
	1	302	315	235.213
	3	175	175	112.805
	4	177	177	108.877
	3	73540	85146	62942
	2	113	121	90.236
	18283	100	109	49.183

Blob	Area	Area > 100	Area Filled	Perimeter
	1	139	145	116.295
	1	539	556	211.816
	4	162	167	124.310
	29	257	293	148.409
	6	109	109	57.808
	2			

Citra RGB dengan marker



Tabel 4.16 Hasil Pengujian Proses Pendeteksian citra sedang 1

Citra Biner



Blob	Area	Area > 100	Area Filled	Perimeter
2	2	-	-	-
	1			

Citra RGB dengan *marker*

Tabel 4.17 Hasil Pengujian Proses Pendeteksian citra sedang 2

Citra Biner

Blob	Area	Area > 100	Area Filled	Perimeter
272	49373	49373	50096	19707
6	163	163	165	111.921
1	137	137	137	75.598
3	215	222	222	128.255
1	335	358	358	127.294
1	101	102	102	81.304
1	3707	3867	3867	686.578
3	5972	6136	6136	701.467
1				
2				
1				
45				

Blob	Area	Area > 100	Area Filled	Perimeter
	1			
	36			
	1			

Citra RGB dengan *marker*



Tabel 4.18 Hasil Pengujian Proses Pendeteksian citra sedang 3

Citra Biner				
Blob	Area	Area > 100	Area Filled	Perimeter
15	1	9012	9076	713.178
	2			
	3			
	9012			
	4			
	1			
	2			
	3			

Blob	Area	Area > 100	Area Filled	Perimeter
	3			
	1			
	1			
	10			
	1			
	1			
	1			

Citra RGB dengan marker



Tabel 4.19 Hasil Pengujian Proses Pendeteksian citra tebal 1

Citra Biner				
				
Blob	Area	Area > 100	Area Filled	Perimeter
13	304	304	304	110.688
	3331	3331	3461	400.981
	2			
	1			

Blob	Area	Area > 100	Area Filled	Perimeter
	1			
	3			
	2			
	15			
	3			
	3			
	6			
	1			
	4			
Citra RGB dengan marker				
				

Tabel 4.20 Hasil Pengujian Proses Pendeteksian citra tebal 2

Citra Biner				
				
Blob	Area	Area > 100	Area Filled	Perimeter
9	1	-	-	-
	4			

Blob	Area	Area > 100	Area Filled	Perimeter
	4			
	2			
	4			
	1			
	3			
	1			
	1			

Citra RGB dengan marker



Tabel 4.21 Hasil Pengujian Proses Pendeteksian citra tebal 3

Citra Biner				
				
Blob	Area	Area > 100	Area Filled	Perimeter
9	20	170	176	86.142
	69	346	346	171.673
	1			
	170			

Blob	Area	Area > 100	Area Filled	Perimeter
	6			
	2			
	346			
	4			
	2			

Citra RGB dengan marker

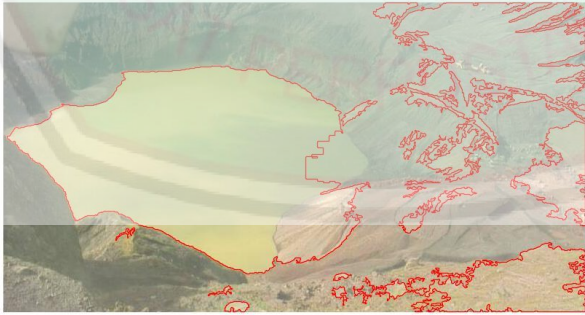


Tabel 4.22 Hasil Pengujian Proses Pendeteksian citra tanpa asap 1

Citra Biner



Blob	Area	Area > 100	Area Filled	Perimeter
792	1	86968	88321	17772
	86968	127	128	110.829
	1	137	148	109.614
	4	383	389	95.777
	24	234	253	130.272
	1	145	151	68.725

Blob	Area	Area > 100	Area Filled	Perimeter
	1	464	498	171.525
	1	164	170	149.452
	2	11906	15138	18650
	1	868	940	223.295
	3	126	144	104.387
	5	24636	28642	4048
	1	101	101	92.171
	1	275	275	180.605
	2	698	783	290.341
	1	132	138	87.036
	2	144	145	120.084
	2	151	151	119.884
	2	110	110	102.244
	1	181	210	131.355
	4	2783	2916	1023
	1	192	194	143.620
	5	465	570	235.783
	2	7073	7830	235.783
	7	100	100	72.397
Citra RGB dengan marker				
				

Tabel 4.23 Hasil Pengujian Proses Pendeteksian citra tanpa asap 2

Citra Biner				
				
Blob	Area	Area > 100	Area Filled	Perimeter
26	1	-	-	-
	19			
	3			
	16			
	1			
	11			
	8			
	7			
	2			
	11			
	2			
	3			
	3			
	4			
	1			
	1			
	1			
	2			
	1			
	6			
	27			

Blob	Area	Area > 100	Area Filled	Perimeter
	1			
	1			
	3			
	2			
	3			
				

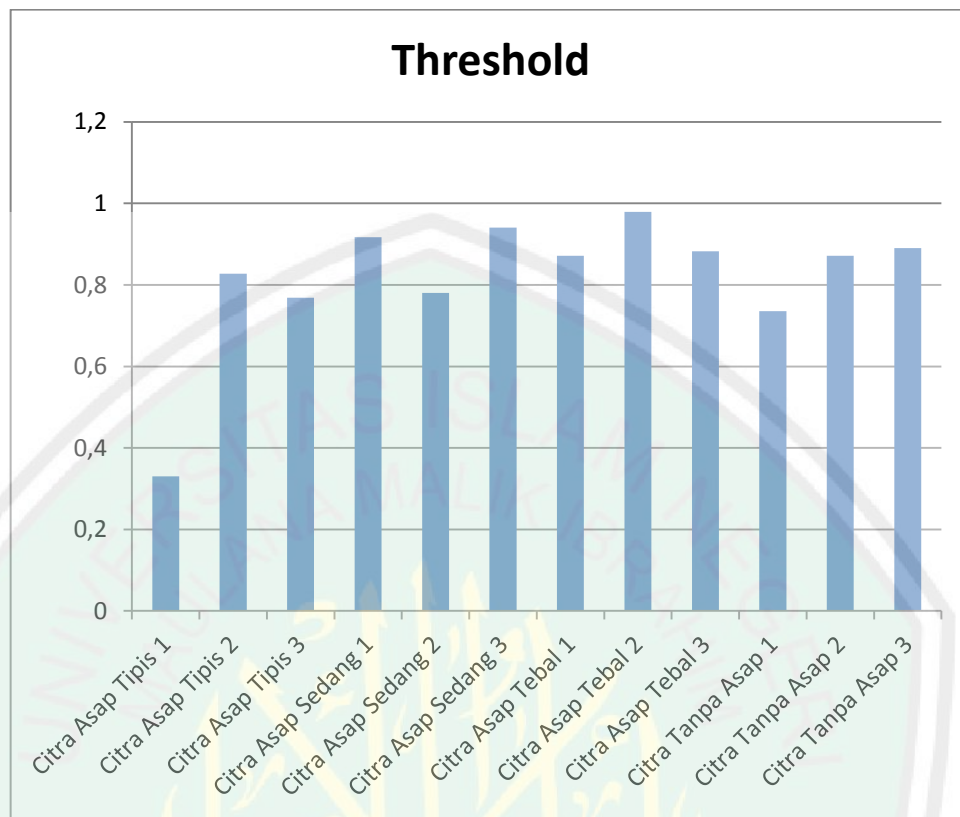
Tabel 4.24 Hasil Pengujian Proses Pendeteksian citra tanpa asap 3

Citra Biner				
				
Blob	Area	Area > 100	Area Filled	Perimeter
21	1	-	-	-
	1			
	7			
	5			
	18			
	1			
	5			

Blob	Area	Area > 100	Area Filled	Perimeter
	1			
	3			
	1			
	1			
	2			
	3			
	4			
	4			
	2			
	5			
	1			
	5			
	5			
	3			
				

Pada tabel 4.13 sampai 4.24 menunjukkan proses dari citra biner menjadi citra RGB yang terdeteksi oleh *marker* dimana ada *Blob* yang berfungsi menunjukkan berapa jumlah citra putih yang ada dalam citra biner, *Area* berfungsi untuk menunjukkan berapa jumlah piksel dalam 1 citra putih, *Area > 100* menunjukkan area *blob* yang berukuran lebih dari 100 area, *Area Filled* menunjukkan jumlah area *blob* yang sudah ditutup lubangnya, *Perimeter* menunjukkan keliling dari setiap *blob*.

4.4 Pembahasan



Gambar 4.4 Chart Threshold

Tabel 4.25 Tabel konversi *threshold* ke piksel

Nama Citra	Threshold	Nilai Piksel
Citra Asap Tipis 1	0,330022	84,15561
Citra Asap Tipis 2	0,827043	210,895965
Citra Asap Tipis 3	0,768721	196,023855
Citra Asap Sedang 1	0,917349	233,923995
Citra Asap Sedang 2	0,780017	198,904335
Citra Asap Sedang 3	0,940806	239,90553
Citra Asap Tebal 1	0,871145	222,141975
Citra Asap Tebal 2	0,979264	249,71232
Citra Asap Tebal 3	0,882708	225,09054
Citra Tanpa Asap 1	0,735285	187,497675

Nama Citra	Threshold	Nilai Piksel
Citra Tanpa Asap 2	0,871145	222,141975
Citra Tanpa Asap 3	0,889928	226,93164

Pada Gambar 4.4 menunjukkan *chart* dari keseluruhan sampel citra dimana terdapat citra berasap tipis, citra berasap sedang, citra berasap tebal dan citra tanpa asap.

Threshold dari setiap gambar pasti berbeda 1 dengan yang lainya dikarenakan banyak faktor yang menyebabkan hal tersebut terjadi seperti contoh adanya *noise* yang menutupi asap, sehingga berikut adalah hasil citra dari beberapa *threshold* yang berbeda.



Gambar 4.5 Tampilan Citra RGB dengan *threshold* 0,330022

Pada Gambar 4.5 menunjukkan hasil citra RGB dengan *threshold* 0,330022 dimana *marker boundaries* mendeteksi keseluruhan citra karena dengan *threshold* 0,330022 yang tergolong rendah untuk rentang 0-1 sehingga setiap piksel yang mempunyai nilai diatas *threshold* tersebut langsung terdeteksi.



Gambar 4.6 Tampilan citra RGB dengan *threshold* 0,735285

Pada Gambar 4.6 Menampilkan hasil citra dengan *threshold* 0,735285 dimana *marker boundaries* mendeteksi sebagian citra yang terlihat terang dan tidak mendeteksi sebagian citra yang terlihat gelap karena dengan *threshold* 0,735285 yang tergolong sedang untuk rentang 0-1 sehingga sebagian citra yang terang mempunyai nilai diatas *threshold* sedangkan sebagian yang gelap mempunyai nilai dibawah *threshold*.



Gambar 4.7 Tampilan citra RGB dengan *threshold* 0,979264

Pada Gambar 4.7 menunjukkan hasil citra RGB dengan *threshold* 0,979264 dimana *marker boundaries* tidak dapat mendeteksi citra karena dengan *threshold* 0,979264 yang tergolong tinggi untuk rentang 0-1 membuat setiap piksel yang mempunyai nilai dibawah *threshold* tersebut tidak terdeteksi sedangkan tidak ada piksel citra yang mempunyai nilai diatas *threshold*.

4.4.1 Tingkat keberhasilan *thresholding otsu* mengidentifikasi asap

Tabel 4.26 Hasil Citra

Nama	Hasil
Citra asap tipis 1	Gagal
Citra asap tipis 2	Gagal
Citra asap tipis 3	Gagal
Citra asap sedang 1	Gagal
Citra asap sedang 2	Gagal
Citra asap sedang 3	Gagal
Citra asap tebal 1	Berhasil
Citra asap tebal 2	Gagal
Citra asap tebal 3	Berhasil
Citra tanpa asap 1	Gagal
Citra tanpa asap 2	Gagal
Citra tanpa asap 3	Gagal

Pada Tabel 4.26 menunjukkan hasil percobaan metode terhadap ke 12 sampel citra yang menghasilkan 2 citra yang berhasil yaitu citra asap tebal 1 dan citra asap tebal 2 sehingga persentase tingkat keberhasilan penggunaan metode *thresholding otsu* untuk mendeteksi asap gunung kelud yaitu $\frac{2}{12} * 100\% = 16,6\%$.

4.5 Integrasi islam

Pada penelitian ini lebih mengarah kepada bagaimana membedakan warna yang terjadi pada gunung sebagaimana yang dijelaskan pada alqur an surat Fatir ayat 27

أَلَمْ تَرَ أَنَّ اللَّهَ أَنْزَلَ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً فَأَخْرَجْنَا بِهِ ثَمَرَاتٍ
مُخْتَلِفًا أَلْوَانُهَا ۚ وَمِنَ الْجِبَالِ جُدَدٌ بَيضٌ وَحُمْرٌ مُخْتَلِفٌ
أَلْوَانُهَا وَغَرَابِيبُ سُودٌ

Artinya : Tidakkah kamu melihat bahwasanya allah menurunkan hujan dari langit lalu kami hasilkan dengan hujan itu buah buahan yang beraneka macam jenisya. dan diantara gunung-gunung itu ada garis garis putih dan merah yang beraneka macam warnanya dan ada (pula) yang hitam pekat.

Tafsir Kitab Al Muyyasar : Apakah kamu tidak melihat bahwa allah menurunkan hujan dari langit, lalu kami menyiramkannya ke pohon-pohon itu buah-buahan yang bermacam-macam warnanya, ada yang merah, ada yang hitam ada yang kuning dan ada yang lain? Dan kami menciptakan gunung dengan keanekaragamannya, ada yang putih dan ada yang merah, dengan berbagai macam warna, dan kami menciptakan gunung dengan batunya yang sangat hitam (Basyir 2011).

Sesungguhnya manusia yang bisa membedakan warna ialah pengetahuan yang diberikan oleh Allah swt kepada manusia seperti Al-Qur'an surat Al-a'raf ayat 52

وَلَقَدْ جِئْنَاهُمْ بِكِتَابٍ فَصَّلْنَاهُ عَلَىٰ عِلْمٍ هُدًى وَرَحْمَةً لِّقَوْمٍ
يُؤْمِنُونَ

Artinya : Dan sesungguhnya Kami telah mendatangkan sebuah Kitab (Al-Qur'an) kepada mereka yang Kami telah menjelaskannya atas dasar pengetahuan Kami; menjadi petunjuk dan rahmat bagi orang-orang yang beriman.

Tafsir Kitab Al Muiyyasar : Dan sungguh kami telah mendatangkan al-Qur'an yang kami turunkan kepadamu –wahai Rasul- kepada orang-orang kafir, Kami menjelaskan di dalamnya pengetahuan yang besar, sebagai petunjuk dari kesesatan menuju kebenaran dan sebagai rahmat bagi kaum yang beriman kepada Allah dan menjalankan syariat-syariat-Nya. Allah mengistimewakan mereka (orang-orang beriman) dan tidak pada yang lainnya, karena mereka itulah orang-orang yang mau mengambil manfaat darinya (al-Qur'an). (Basyir 2011)

Mengarahkan manusia untuk menuntut ilmu entah ilmu dunia maupun ilmu akhirat . Allah swt mengkecam manusia yang bertindak tanpa ilmu seperti yang dijelaskan pada alqur an surat ar-rum ayat 29

بَلِ اتَّبَعَ الَّذِينَ ظَلَمُوا أَهْوَاءَهُمْ بِغَيْرِ عِلْمٍ فَمَنْ يَهْدِي مَنْ
أَضَلَّ اللَّهُ وَمَا لَهُمْ مِنْ نَاصِرِينَ

Artinya : Tetapi orang-orang yang zalim, mengikuti hawa nafsunya tanpa ilmu pengetahuan; maka siapakah yang akan menunjuki orang yang telah disesatkan Allah? Dan tiadalah bagi mereka seorang penolongpun.

Tafsir Kitab Al Muyyasar : Akan tetapi orang-orang musyrikin itu mengikuti hawa nafsu mereka dengan bertaklid kepada nenek moyang mereka tanpa ilmu, sehingga mereka dengan leluhur mereka sama-sama bodoh dan tersesat. Tiada yang disesatkan oleh Allah akibat kebengalannya dalam kekufuan dan penentangan. Mereka juga tidak memiliki penolong-penolong yang akan mengentaskan mereka dari adzab Allah (Basyir 2011).

Yang membedakan manusia dari makhluk hidup lainnya di bumi ialah akal, akal tersebut bisa mengarah ke perbuatan buruk kalau tidak didasari oleh ilmu sebaliknya akal juga bisa mengarah ke perbuatan baik bila didasari oleh ilmu, sebagai contoh merawat dan melestarikan gunung seperti melakukan reboisasi pada tanah gundul, pembuatan terasiring, penanggulangan sampah dan menghentikan pemburuan satwa serta penebangan pohon secara liar semua itu tidak akan bisa dilakukan tanpa adanya ilmu yang bermanfaat.

BAB 5

PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Metode *thresholding otsu* dapat mengubah citra RGB menjadi biner dengan mengasumsikan *foreground* sebagai objek yang cari dan *background* sebagai objek yang tidak dicari. Penggunaan metode *thresholding otsu* pada citra kawah gunung kelud kadang mempunyai nilai *threshold* yang berbeda-beda dikarenakan dalam sebuah citra pasti terdapat *noise* yang mengganggu proses, sebagai contoh kabut yang menutupi objek ataupun pencahayaan matahari yang tidak merata.

Pendeteksian asap menggunakan metode *thesholding otsu* sangat bergantung pada hasil *metode thresholding otsu* karena hasil dari metode tersebut digunakan sebagai dasar dari proses-proses berikutnya.

Berdasarkan percobaan pada seluruh sampel citra didapatkan hasil bahwa 2 citra sesuai dan 10 citra tidak sesuai sehingga didapatkan tingkat keberhasilan dalam mendeteksi asap dengan prosentase 16,6%. Dengan tingkat keberhasilan 16% dirasa metode ini tidak cukup berhasil dalam mendeteksi asap gunung kelud.

4.2 Saran

Untuk hasil lebih maksimal dalam penelitian ini disarankan seminim mungkin objek *background* dari *foreground* dalam satu *image* karena metode *thresholding otsu* hanya dapat menggunakan 2 warna yaitu hitam dan putih sebagai acuannya, pemilihan *image* yang akan dideteksi diharapkan mempunyai pencahayaan yang merata, penggunaan metode yang dapat menghilangkan kabut sangat dianjurkan karena sebagian kecil atau besar kabut pasti menutupi asap atau objek yang dideteksi.



DAFTAR PUSTAKA

- Basyir, H. (2011). *Tafsir Al-Muyassar*. Solo: An-Naba.
- Bhargava, N., Kumawar, A., & Bhargava, R. (2014). Threshold And Binarization For Document Image Analysis Using Otsu's Algorithm. *International Journal Of Computer Trends And Technology*, 272-275.
- Kumaseh, M. R., Latumakulita, L., & Nainggolan, N. (2013). Segmentasi Citra Ikan Digital Ikan Menggunakan Metode Thresholding. *Jurnal Ilmiah Sains*, 74-79.
- Pratomo, I. (2006). Klasifikasi Gunung Api Aktif Indonesia, Studi Kasus Dari Beberapa Letusan Gunung Api Dalam Sejarah. *Jurnal Geologi Indonesia*, 209-227.
- Purnomo, M. H., & Muntasa, A. (2010). *Konsep Pengolahan Citra Digital Dan Ekstraksi Fitur*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Putra, D. (2004). Binerisasi Citra Tangan Dengan Metode Otsu. *Teknologi Elektro*, 11-13.
- Sutoyo, T. (2009). *Teori Pengolahan Citra Digital*. Yogyakarta: Andi.
- Syafii, S. I., Wahyuningrum, R. T., & Muntasa, A. (2015). Segmentasi Obyek Pada Citra Digital Menggunakan Metode Otsu Thresholding. *Jurnal Informatika*, 1-8.
- Tian, H., Li, W., & Wang, L. (2014). Smoke Detection in Video: An Image Separation Approach. *Springer*, 192-209.
- Zaennudin, A., Primulyana, S., & Siregar, D. (2013). Letusan Gunung Kelud Pada 690 ± 110 Tahun Yang Lalu Merupakan Letusan Yang Sangat Dahsyat Dan Sangat Berdampak Pada Kerajaan Majapahit. *Jurnal Lingkungan dan Bencana Geologi*, 117-133.

LAMPIRAN

rev3			
ORIGINALITY REPORT			
13%	12%	1%	6%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS
PRIMARY SOURCES			
1	etheses.uin-malang.ac.id Internet Source		6%
2	id.wikipedia.org Internet Source		1%
3	media.neliti.com Internet Source		1%
4	Submitted to Universitas Brawijaya Student Paper		<1%
5	uad.portalgaruda.org Internet Source		<1%
6	Submitted to Universiti Teknologi Malaysia Student Paper		<1%
7	Submitted to Universitas Dian Nuswantoro Student Paper		<1%
8	repository.uin-malang.ac.id Internet Source		<1%
9	qurango.com Internet Source		<1%