

**PENERAPAN FADE UNTUK MENGUKUR CITRA PASCA PROSES  
HAZE REMOVAL (STUDI KASUS CITRA BERKABUT  
PADA KAWAH GUNUNG KELUD)**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**FITRIA NURUL HIKMAH**

**NIM. 13650063**



**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2017**

**PENERAPAN FADE UNTUK MENGUKUR CITRA PASCA PROSES  
HAZE REMOVAL (STUDI KASUS CITRA BERKABUT  
PADA KAWAH GUNUNG KELUD)**

**SKRIPSI**

**Diajukan kepada :  
Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri (UIN)  
Maulana Malik Ibrahim Malang  
Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)**

**Oleh :  
FITRIA NURUL HIKMAH  
NIM.13650063**

**JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2017**

LEMBAR PERSETUJUAN

PENERAPAN FADE UNTUK MENGUKUR CITRA PASCA  
PROSES *HAZE REMOVAL* (STUDI KASUS CITRA  
BERKABUT PADA KAWAH GUNUNG KELUD)

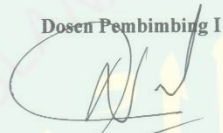
SKRIPSI

Oleh :

Fitria Nurul Hikmah  
NIM.13650063

Telah disetujui oleh :

Dosen Pembimbing I



Fresv Nugroho, MT  
NIP.19710722 201101 1 001

Dosen Pembimbing II



Dr. Muhammad Faisal  
NIP. 19740510 200501 1 007

Tanggal, 03 Agustus 2017

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Informatika



Dr. Cahyo Crvsdian  
NIP. 19740424 200901 1 008

ii

LEMBAR PENGESAHAN


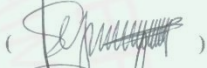
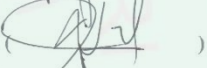

PENERAPAN FADE UNTUK MENGUKUR CITRA PASCA  
PROSES *HAZE REMOVAL* (STUDI KASUS CITRA  
BERKABUT PADA KAWAH GUNUNG KELUD)

SKRIPSI

Oleh :

Fitria Nurul Hikmah  
NIM. 13650063

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi  
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)  
Tanggal: Oktober 2017

Penguji Utama	Dr. Suhartono NIP. 19680519 200312 1 001	(  )
Ketua Penguji	A'la Syauqi, M.Kom NIP. 19771201 200801 1 007	(  )
Sekretaris Penguji	Fresy Nugroho, M.T NIP. 19710722 201101 1 001	(  )
Anggota Penguji	Dr. Muhammad Faisal NIP. 19740510 200501 1 007	(  )

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



Dr. Lathyo Crisdian  
NIP. 19740424 200901 1 008

#### PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : FITRIA NURUL HIKMAH

NIM : 13650063

Fakultas/ Jurusan : Sains dan Teknologi / Teknik Informatika


Judul Skripsi : **PENERAPAN FADE UNTUK MENGUKUR  
CITRA PASCA PROSES HAZE REMOVAL (STUDI KASUS  
CITRA BERKABUT PADA KAWAH GUNUNG KELUD)**

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa hasil penelitian saya ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata hasil penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur penjiplakan, maka saya bersedia untuk mempertanggungjawabkan, serta diproses sesuai peraturan yang berlaku.

Malang, 10 Agustus 2017  
Yang membuat pernyataan



  
Fitria Nurul Hikmah  
NIM. 13650063

## MOTTO

“Kuat didapat Setelah Menghadapi Cobaan, Bukan  
untuk Menjadi Pahlawan, Tapi untuk Menjadi Lebih  
Baik di Hari Esok”

## HALAMAN PERSEMBAHAN

---Skripsi ini aku persembahkan untuk Ibu dan Kakak-kakakku Tercinta yang Selalu Memberikan Dukungan dan Nasehatnya KEPADAKU---

## KATA PENGANTAR

### السَّلَامُ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya, penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Penerapan FADE Untuk Mengukur Citra Pasca Proses *Haze Removal* (Studi Kasus Citra Berkabut Pada Kawah Gunung Kelud)” ini dengan baik dan lancar, dimana skripsi ini disusun untuk memenuhi syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Komputer (S.Kom) dari Jurusan Teknik Informatika di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Dalam proses penyelesaian skripsi ini, penulis memperoleh banyak bantuan dari berbagai pihak. Baik berupa bimbingan, dorongan, petunjuk, kritik, saran, serta data-data baik secara tertulis maupun lisan.

Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Fressy Nugroho, MT selaku dosen pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu untuk membimbing, memotivasi, mengarahkan, dan memberi masukan selama proses perkuliahan dari semester awal hingga semester akhir, serta memberi bimbingan dalam penulisan skripsi ini.
2. Bapak Dr. M. Faisal selaku dosen pembimbing II yang selalu membimbing, memberi masukan dan solusi dalam penyusunan laporan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Cahyo Crys dian selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim

Malang, yang telah memberikan banyak pengalaman berharga sehingga penulis dapat tepat waktu menyelesaikan studi di Jurusan Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

4. Seluruh dosen dan staf Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan bimbingan dan ilmu sehingga menjadi bekal untuk penulis dalam menyelesaikan studi dan skripsi tepat pada waktunya.
5. Ibu Rumiwati yang selalu menyayangi hingga kini, berdoa yang terbaik dan membiayai semua kebutuhan, tak lupa kakak-kakakku Ismah Fatkhawati, Achmad Fakhruddin, Supirso, dan Elvira Dian Pratiwi yang selalu memberikan dukungan dan memberikan kekuatan untuk tetap semangat.
6. Alm. Bapak Asmuni yang sepenuh hati mengajari, membimbing, menyayangi, mendoakan dan mendukungku dalam setiap langkah hidupku. Terimakasih telah menjadi bapak yang luar biasa dan tidak tergantikan seumur hidupku.
7. Teman-teman Jurusan Teknik Informatika angkatan 2013, dan Rizal, yang telah memberi motivasi, informasi, dan masukannya pada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
8. Para peneliti sebelumnya yang karyanya terkait dengan skripsi ini dan seluruh pihak yang telah membantu dan tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Semoga apa yang telah diberikan mereka kepada penulis, akan mendapat imbalan dari Allah SWT. Akhir kata, semua kritik dan saran atas skripsi ini akan penulis terima dengan senang hati, dan akan menjadi bahan pertimbangan bagi penulis selanjutnya untuk menyempurnakan skripsi ini.

وَلَسَّلَامٌ عَلَيْكُمْ وَرَحْمَةُ اللَّهِ وَبَرَكَاتُهُ

Malang, 10 Agustus 2017

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>MOTTO .....</b>	<b>v</b>
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xvi</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>xvii</b>
<b>مستخلص البحث .....</b>	<b>xviii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	6
1.3 Batasan Masalah .....	6
1.4 Tujuan Penelitian .....	7
1.5 Manfaat Penelitian .....	7
1.6 Sistematika Penulisan .....	7
<b>BAB II LANDASAN TEORI.....</b>	<b>9</b>
2.1 Kabut.....	9
2.1.1 Kabut Advection .....	10
2.1.2 Kabut Frontal .....	10
2.1.3 Kabut Radiasi.....	10
2.1.4 Kabut Gunung.....	10
2.1.5 Klasifikasi Kabut dan Perbedaanya .....	11
2.2 Citra.....	12
2.2.1 Citra Analog.....	12
2.2.2 Citra Digital .....	13
2.3 Resolusi Citra.....	16
2.4 Jenis Citra.....	17
2.4.1 Citra Biner.....	18
2.4.2 Citra Grayscale.....	18
2.4.3 Citra Warna.....	19
2.5 Pengolahan Citra.....	19
2.6 Operasi Pengolahan Citra.....	21

2.6.1	Perbaikan Kualitas Citra ( <i>Image Enhancement</i> ) .....	21
2.6.2	Pemugaran Citra ( <i>Image Restoration</i> ) .....	22
2.6.3	Pemampatan Citra ( <i>Image Compression</i> ) .....	23
2.6.4	Segmentasi Citra ( <i>Image Segmentation</i> ).....	23
2.6.5	Pengorakan Citra ( <i>Image Analysis</i> ).....	24
2.6.6	Rekontruksi Citra ( <i>Image Reconstruction</i> ) .....	24
2.6.7	Restorasi Visibilitas .....	24
2.7	<i>Dehazing</i> Citra .....	26
2.7.1	<i>Hazy Image Input</i> .....	26
2.7.2	<i>Dark Channeling</i> .....	27
2.7.3	<i>Atmospheric Light Estimation</i> .....	28
2.7.4	<i>Transmission Map Estimation</i> .....	28
2.7.5	<i>Guided Image Filter</i> .....	29
2.8	Pengujian Kepadatan Kabut ( <i>Fog Aware Density Evaluation</i> ).....	31
2.9	Pengujian PSNR ( <i>Peak Signal to Noise Ratio</i> ).....	32
2.10	Penelitian Terkait .....	33
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>36</b>
3.1	Proses Pengolahan Citra.....	36
3.1.1	Sumber Data.....	37
3.1.2	<i>Pre-Processing</i> .....	37
3.1.3	Proses <i>Dehazing</i> .....	41
3.1.4	<i>GuidedFilter</i> .....	52
3.1.4	Pengujian.....	55
2.	Pengujian dengan FADE ( <i>Fog Aware Density Evaluation</i> ) .....	56
3.2	Desain GUI (Graphical User Interface) .....	57
3.3	Implementasi GUI.....	60
<b>BAB IV UJI COBA DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>64</b>
4.1	<i>Pre-Processing</i> .....	64
4.1.1	Citra Masukan .....	64
4.1.2	Penghapusan Label Citra .....	65
4.1.3	Pengelompokan Citra.....	66
4.1.4	Histogram Citra.....	68
4.2	<i>Dehazing</i> .....	71
4.2.1	Citra Masukan .....	71
4.2.2	<i>Dark Channeling</i> .....	71
4.2.3	<i>Atmospheric Light Estimation</i> .....	73

4.2.4	<i>Transmission Map Estimation</i> .....	74
4.2.5	<i>Scene Radiance Recovery</i> .....	75
4.2.6	<i>Guided Filter</i> .....	76
4.2.7	Citra Keluaran .....	78
4.3	Tampilan Sistem Penghilang Kabut.....	78
4.3.1	<i>Dark Channel Prior</i> Untuk Citra Berkabut Tipis .....	79
4.3.2	<i>Dark Channel Prior</i> Untuk Citra Berkabut Sedang .....	80
4.3.3	<i>Dark Channel Prior</i> Untuk Citra Berkabut Tebal.....	82
4.4	Uji Coba Sistem <i>Dehazing</i> .....	84
4.4.1	Waktu Komputasi .....	84
4.5	Hasil Analisis Pengujian FADE dan PSNR pada Sistem <i>Dehazing</i> .....	92
4.6	Hasil Analisis Pengujian Sistem <i>Dehazing patch size</i> .....	93
4.7	Hasil Analisis Pengujian PSNR pada Sistem <i>Dehazing</i> .....	94
4.8	Integrasi dalam Sains dan Islam.....	96
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....		<b>99</b>
5.1	Kesimpulan .....	99
5.2	Saran .....	99
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....		<b>101</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....		<b>104</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Contoh Citra Berkabut (Merbabu.com) .....	9
Gambar 2. 2 Citra Digital.....	13
Gambar 2. 3 Resolusi Citra.....	16
Gambar 2. 4 Contoh Citra Biner .....	18
Gambar 2. 5 Komposisi Warna RGB.....	19
Gambar 2. 6 Citra Gunung dengan Noise dan tanpa Noise .....	20
Gambar 2. 7 Alur Pengolahan Citra (Putra, 2010).....	21
Gambar 2. 8 Contoh Perbaikan Kualitas Citra.....	22
Gambar 2. 9 Contoh Pemugaran Citra .....	23
Gambar 2. 10 Contoh Pemampatan Citra .....	23
Gambar 2. 11 Contoh Segmentasi Citra.....	24
Gambar 3. 1 Tahapan Rancangan Sistem.....	36
Gambar 3. 2 Proses Pengolahan Citra.....	37
Gambar 3. 3 Alur Menghilangkan Kabut.....	41
Gambar 3. 4 Kawah Gunung Kelud Kabut Tipis.....	42
Gambar 3. 5 Kawah Gunung Kelud Kabut Sedang .....	42
Gambar 3. 6 Kawah Gunung Kelud Kabut Tebal .....	42
Gambar 3. 7 Dark Channeling .....	43
Gambar 3. 8 Histogram Dark Channeling .....	44
Gambar 3. 9 Flowchart Dark Channeling .....	45
Gambar 3. 10 Atmospheric Light Estimation .....	46
Gambar 3. 11 Histogram Atmospheric Light Estimation .....	46
Gambar 3. 12 Flowchart Atmospheric Light Estimation .....	47
Gambar 3. 13 Transmission Map Estimation.....	48
Gambar 3. 14 Histogram Transmission Map Estimation.....	48
Gambar 3. 15 Flowchart Transmission Map Estimation.....	49
Gambar 3. 16 Scene Radiance Recovery .....	50
Gambar 3. 17 Histogram Scene Radiance Recovery .....	50
Gambar 3. 18 Flowchart Scene Radiance Recovery .....	51
Gambar 3. 19 Guided Filter .....	52
Gambar 3. 20 Histogram Guided Filter .....	52
Gambar 3. 21 Flowchart Guided Filter .....	53
Gambar 3. 22 Citra Keluaran .....	54
Gambar 3. 23 Histogram Citra Keluaran .....	54
Gambar 3. 24 Flowchart Pengujian PSNR.....	56
Gambar 3. 25 Desain Tampilan Menu Utama .....	58
Gambar 3. 26 Desain Tampilan Menu Pengujian FADE.....	59
Gambar 3. 27 Desain Tampilan Menu Pengujian PSNR .....	60
Gambar 3. 28 Implementasi GUI Menu Utama .....	61
Gambar 3. 29 Implementasi GUI Menu Hasil Pengujian FADE.....	62
Gambar 3. 30 Implementasi GUI Menu Hasil Pengujian PSNR .....	63
Gambar 4. 1 Tampilan Citra Masukan.....	65
Gambar 4. 2 Tampilan Citra Hasil Crop.....	65
Gambar 4. 3 Tampilan Hazy Image Input.....	71
Gambar 4. 4 Tampilan Citra Dark Channeling .....	72

Gambar 4. 5 Tampilan Atmospheric Light Estimation .....	74
Gambar 4. 6 Tampilan Transmission Map Estimation .....	75
Gambar 4. 7 Tampilan Scene Radiance Recovery.....	76
Gambar 4. 8 Hasil FADE Untuk Citra Berkabut Tipis .....	79
Gambar 4. 9 Hasil PSNR Untuk Citra Berkabut Tipis.....	80
Gambar 4. 10 Hasil FADE Untuk Citra Berkabut Sedang.....	81
Gambar 4. 11 Hasil PSNR Untuk Citra Berkabut Sedang .....	82
Gambar 4. 12 Hasil FADE Untuk Citra Berkabut Tebal .....	83
Gambar 4. 13 Hasil PSNR Untuk Citra Berkabut Tebal.....	84



## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Sampel Data Citra yang Akan Diuji .....	39
Tabel 3. 2 Histogram Data Citra yang Akan Diuji.....	40
Tabel 4. 1 Percobaan pada Citra Berkabut Tipis.....	66
Tabel 4. 2 Percobaan pada Citra Berkabut Sedang.....	67
Tabel 4. 3 Percobaan pada Citra Berkabut Tebal.....	67
Tabel 4. 4 Histogram pada Citra Berkabut Tipis .....	69
Tabel 4. 5 Histogram pada Citra Berkabut Sedang.....	69
Tabel 4. 6 Histogram pada Citra Berkabut Tebal .....	70
Tabel 4. 7 Percobaan Waktu Komputasi(Detik) Untuk Nilai <i>Patch Size</i> 3x3.....	85
Tabel 4. 8 Percobaan Waktu Komputasi(Detik) Untuk Nilai <i>Patch Size</i> 9x9.....	86
Tabel 4. 9 Percobaan Waktu Komputasi (Detik) Untuk Nilai <i>Patch Size</i> 15x15.....	87
Tabel 4. 10 Percobaan Waktu Komputasi(Detik) Untuk Nilai <i>Patch Size</i> 21x21.....	88
Tabel 4. 11 Percobaan Waktu Komputasi(Detik) Untuk Nilai <i>Patch Size</i> 27x27.....	89
Tabel 4. 12 Percobaan Waktu Komputasi(Detik) Untuk Nilai <i>Patch Size</i> 33x33.....	91
Tabel 4. 13 Percobaan FADE Untuk Nilai <i>Patch Size</i> .....	92
Tabel 4. 14 Hasil Analisis Pengujian Citra Menggunakan FADE.....	93
Tabel 4. 15 Percobaan PSNR Untuk Nilai <i>Patch Size</i> .....	95
Tabel 4. 16 Hasil Analisis Pengujian Citra Menggunakan PSNR .....	96

## ABSTRAK

Fitria Nurul Hikmah, **Penerapan FADE Untuk Mengukur Citra Pasca Proses Haze Removal (Studi Kasus Citra Berkabut Pada Kawah Gunung Kelud)**

Pembimbing I: Fresy Nugroho, M.T

Pembimbing II: Dr. M. Faisal

**Kata Kunci** : *Dehazing, Noise, Dark Channel Prior, Fog Aware Density Evaluation, Peak Signal to Noise Ratio*

Letak geografi Indonesia didominasi gunung api. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG) mencatat sebanyak 16 dari 127 gunung api di Indonesia berstatus di atas normal. Banyak gunung api di Indonesia, salah satu gunung api aktif adalah Gunung Kelud yang terletak di wilayah tenggara Kabupaten Kediri, Jawa Timur. Terdapat sebuah kamera *Close Circuit Television* (CCTV) di kawah Gunung Kelud untuk memantau aktifitas Gunung Kelud. Namun, citra yang dihasilkan kamera CCTV memiliki banyak faktor (*noise*) yang mengganggu proses *capture* sehingga proses pemantauan aktifitas kawah Gunung Kelud terganggu. Ada banyak metode yang dapat digunakan untuk menghilangkan kabut pada kawah Gunung Kelud, salah satu metode yang terbukti efektif untuk *haze removal* adalah *Dark Channel Prior* (DCP). DCP adalah metode menggunakan *dark pixels*, yaitu piksel-piksel yang memiliki intensitas sangat rendah yang disebut juga metode citra *grayscale*. Kemudian, dilakukan proses pengujian menggunakan *Fog Aware Density Evaluation*, yaitu model prediksi persepsi kepadatan kabut yang dapat membantu mengukur tingkat kekaburan dalam sebuah gambar. Prediksi didasarkan pada algoritma data yang berasal dengan membandingkan gambar berkabut dan gambar bebas kabut untuk mengukur ketidakterbacaan secara statistik.

## ABSTRACT

Fitria Nurul Hikmah, **Implementation of FADE to Measure Post-Process Image Haze Removal (Case Study of Foggy Image on Kelud Crater)**

Advisor I: Fresy Nugroho, M.T

Advisor II: Dr. M. Faisal

**Keywords:** *Dehazing, Noise, Dark Channel Prior, Fog Aware Density Evaluation, Peak Signal to Noise Ratio*

Indonesia geography dominated by volcanoes. The center of Volcanology and Geological Hazard Mitigation (PVMBG) recorded as much 16 out of 127 volcanoes in Indonesia are above normal status. Many volcanoes in Indonesia, one of the active volcanoes is Kelud Mount which located in the southeast region of Kediri Regency, East Java. There are Close Circuit Television (CCTV) cameras in crater of Kelud Mount to monitor the activities of Kelud Mount. However, the image produced by CCTV camera has many factors (noise) that annoying with the capture process. So, that the monitoring process of Kelud crater activity is disrupted. There are many methods that can be used to remove the fog on the crater of Kelud Mount, one of the most effective methods for haze removal is Dark Channel Prior (DCP). DCP is dark pixels method, the pixels that have low intensity which also called the grayscale image method. Then, the testing process using Fog Aware Density Evaluation, the prediction model of fog density perception that can help measure the level of blurring an image. Predictions are based on data derived algorithms by comparing foggy images and fog-free images to measure statistical irregularities.

## مستخلص البحث

**فطريا نورالحكمة، تنفيذ FADE لقياس الصورة (citra) بعد عملية إزالة الضباب (دراسة حالة من ضباب صورة على حفرة كيلود) المشرف الأول : فريسي نوغرو هو الماجستير المشرف الثاني : د. محمد فيصل الماجستير**

**كلمات البحث:** ديهازينغ، الضوضاء، قناة الظلام مسبق، الضباب إدراك الكثافة التقييم، ذروة إشارة إلى الضوضاء نسبة

وتهيمن البراكين على موقع إندونيسيا جغرافيا. سجل مركز علم البراكين والتخفيف من المخاطر الجيولوجية (PVMBG) 16 من أصل 127 البراكين في إندونيسيا فوق الوضع الطبيعي. وهذا دليل بأن موقع اندونيسي تتكون من البراكين، ومن البراكين النشطة تسمى بـ kelud يقع في المنطقة الجنوبية الشرقية من كيديري ريجنسي، جاوة الشرقية. هناك كاميرا تلفزيون مغلقة (CCTV) في حفرة جبل كيلود لمراقبة أنشطة جبل كيلود. ومع ذلك، فإن صورة الكاميرا التي ولدت منها (CCTV) عديد من الضوضاء التي تتداخل مع عملية أخذ الصورة (*capture*) بحيث تعطلت عملية الرصد في حفرة كيلود. وهناك طريقة أكثر فعالية لإزالة الضباب فيها *Dark Channel Prior*. هو طريقة استخدام كسل الظلام (*Dark Pixels*)، الكسل المنخفض تسمى أيضا بصورة رمادي (*grayscale*). ثم بعد ذلك تبدأ عملية الاختبار باستخدام الضباب إدراك الكثافة التقييم (*Fog Aware Density Evaluation*)، وهو نموذج تنبؤ كثافة الضباب التي يمكن أن تساعد في قياس مستوى التشويش في الصورة. وتستند التنبؤات إلى بيانات الخوارزميات المستمدة من خلال مقارنة الصورة الضبابية والصورة الخالية من الضباب لقياس المخالفات الإحصائية.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Letak geografi Indonesia didominasi gunung api. Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Bencana Geologi (PVMBG) mencatat sebanyak 16 dari 127 gunung api di Indonesia berstatus di atas normal (Liputan6.com, 2016). Banyak gunung api di Indonesia, salah satu gunung api aktif adalah Gunung Kelud yang terletak di wilayah tenggara Kabupaten Kediri, Jawa Timur.

Sebagai gunung api aktif yang dapat meletus kapanpun, maka dibutuhkan sistem pemantauan dan peringatan dini bencana yang tak lepas dari campur tangan teknologi. Untuk memantau aktivitas gunung api, ada dua perangkat yang umumnya digunakan, diantaranya yaitu Seismometer dan Tiltmeter. Seismometer adalah alat untuk mengukur gerakan tanah, termasuk gelombang seismik yang dihasilkan oleh gempa bumi, letusan gunung berapi, dan sumber gempa lainnya. Seismometer termasuk alat yang berada di dalam ruang pos pengawas atau *indoor tools*. Sedangkan Tiltmeter merupakan alat pengukur deformasi gunung yang berfungsi untuk mendeteksi pengembangan atau pengempisan tubuh gunung. Perangkat Tiltmeter sendiri terdiri dari tiga komponen utama, yaitu Pelat Tiltmeter, *Portable Tiltmeter*, dan *Readout Unit*. Untuk kasus sebuah gunung berapi, biasanya para ilmuwan akan memasang Tiltmeter di banyak titik, mulai dari kaki gunung hingga dataran-dataran tertinggi yang diperkirakan sebagai jalur aliran lava (Liputan6.com, 2014).

Selain itu, terdapat juga sebuah kamera *Close Circuit Television* (CCTV) di kawah Gunung Kelud untuk memantau aktifitas Gunung Kelud. Namun pada kenyataannya, citra yang dihasilkan kamera CCTV pada kawah Gunung Kelud tidak selalu sesuai yang diharapkan. Banyak faktor (*noise*) yang mengganggu proses *capture* sehingga proses pemantauan aktifitas kawah Gunung Kelud terganggu. *Noise* yang sangat mengganggu, sulit dihindari dan akan selalu muncul, salah satunya adalah kabut. Kabut adalah kumpulan uap air yang berada di dekat permukaan tanah berkondensasi dan melayang-layang di udara (Mukono, 1997). Kabut mirip dengan awan yang menyentuh permukaan bumi. Kabut gunung terbentuk ketika suhu udara turun membuat uap air bergerak menuju ke atas melewati lereng-lereng gunung. Kemudian udara dingin bergerak ke atas lereng hingga tidak sanggup menahan uap air. Titik-titik kabut kemudian terbentuk di sepanjang lereng gunung (merbabu.com, 2015).

Kelembapan yang tinggi akan menyebabkan terhalangnya radiasi matahari ke bumi karena terbentuknya awan di atmosfer. Konsentrasi partikel yang meningkat di udara juga akan berakibat pada berkurangnya jarak pandang (*visibility*) karena udara yang berkabut. Dengan adanya kabut, keterbatasan dalam jarak pandang yang diambil oleh CCTV menjadi sangat terbatas. Sehingga proses pemantauan kawah Gunung Kelud oleh kamera CCTV tidak dapat diamati dengan jelas dan berakibat akan menimbulkan perhitungan yang salah. Maka dari itu diperlukan proses restorasi visibilitas untuk mengembalikan atau memulihkan citra ke keadaan yang mendekati citra asli. (Oke, 1987).

Perkembangan teknologi komputer memiliki dampak positif di beberapa bidang. Contohnya pada bidang fotografi yang terjadi perkembangan dari analog ke digital. Pada proses mencetak hasil foto, media penyimpanan serta kualitas citra yang menjadi semakin baik. Citra digital adalah kumpulan piksel-piksel atau titik-titik yang berwarna dan berbentuk dua dimensi. Citra digital memiliki dimensi ukuran yang dinyatakan dengan panjang dan lebar dengan derajat keabuan  $f(x, y)$ . Selain itu, dalam bidang pengolahan citra (*Image Processing*) juga telah membawa kemajuan yang sangat baik dalam berbagai aspek. Di negara berkembang seperti Indonesia, perkembangan teknologi komputer telah didukung dengan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*) yang semakin berkembang pesat kemajuannya. Banyak peralatan elektronik, contohnya mesin *scanner*, kamera digital, pembaca sidik jari, dan kamera CCTV yang dapat menghasilkan citra digital. Selain perangkat keras tersebut, perkembangan perangkat lunak untuk pengolahan citra digital juga semakin maju, contohnya aplikasi Matlab.

Dengan kemajuan teknologi dalam bidang pengolahan citra tersebut, penelitian mengenai visibilitas pada citra tunggal merupakan sebuah objek penelitian yang dapat dikembangkan. Penelitian (Robby T. Tan, 2008), menyatakan bahwa pada cuaca yang buruk, seperti adanya kabut, secara signifikan dapat menurunkan visibilitas suatu adegan atau *scene*. Biasanya, disebabkan oleh adanya partikel besar di atmosfer yang menyerap dan menghamburkan cahaya. Beberapa metode telah diusulkan, dan sebagian besar memerlukan beberapa citra masukan dari suatu adegan, yang memiliki derajat yang berbeda atau kondisi atmosfer yang berbeda. Untuk mengatasi masalah ini,

diperkenalkan metode otomatis yang hanya membutuhkan citra input tunggal. Metode ini didasarkan pada dua pengamatan dasar: pertama, citra dengan meningkatkan visibilitas atau (*clear-day images*) yang memiliki kontras lebih dari gambar yang diganggu oleh cuaca buruk; kedua, variasi *airlight* yang tergantung pada jarak objek yang dilihat. Metode ini tidak memerlukan informasi geometris dari citra masukan, dan berlaku untuk citra warna dan citra abu-abu.

Penelitian untuk menghilangkan kabut (*dehazing citra*) pada citra kawah Gunung Kelud menjadi sebuah penelitian yang menarik. Ada banyak metode yang dapat digunakan untuk menghilangkan kabut pada kawah Gunung Kelud. Salah satu metode yang terbukti efektif untuk *haze removal* adalah *Dark Channel Prior (DCP)*. DCP adalah metode menggunakan *dark pixels*, yaitu piksel-piksel yang memiliki intensitas sangat rendah yang disebut juga metode citra *grayscale*. *Dark pixels* sangat dipengaruhi oleh pencayahaan udara pada citra yang memiliki *noise* sehingga *dark pixels* dapat menghasilkan asumsi lapisan yang akurat. Metode DCP pernah dilakukan Kaiming He pada tahun 2009 menggunakan fungsi *soft matting* untuk proses menghilangkan kabut.(He, 2009).

Kemudian, diperlukan proses pengujian menggunakan *Fog Aware Density Evaluation*. Model prediksi persepsi kepadatan kabut(*Fog Density*)dan algoritma gambar persepsi *defogging* dapat membantu mengukur tingkat kekaburan dalam sebuah gambar.Prediksi didasarkan pada algoritma data yang berasal dengan membandingkan gambar berkabut dan gambar bebas kabut untuk mengukur ketidakberesan secara statistic (Choi *et al*, 2015). Sehingga,*fog density*

yang diteliti bersifat *referenceless*, artinya tidak menggunakan suatu citra sebagai acuan untuk pengukuran tingkat kepadatan kabut.

Berdasarkan dari yang telah dijelaskan pada latar belakang diatas, maka penulis mengangkat judul “**Penerapan FADE Untuk Mengukur Citra Pasca Proses *Haze Removal* (Studi Kasus Citra Berkabut Pada Kawah Gunung Kelud)**”.



## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan pada uraian latar belakang yang telah dipaparkan diatas, maka dirumuskan permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Seberapa besar tingkat keberhasilan pengujian menggunakan FADE dan PSNR untuk mengukur hasil citra *dehazing*?
2. Berapa waktu komputasi yang diperlukan dalam proses *dehazing* dan dilanjutkan pengujian FADE dan PSNR?

## 1.3 Batasan Masalah

1. Noise yang dimaksud pada citra adalah kabut (*haze*).
2. Citra berkabut yang digunakan adalah citra berkabut tipis, sedang dan tebal.
3. Metode yang digunakan adalah *dark channel prior*.
4. Aplikasi berbasis desktop dan dibangun menggunakan software Matlab.
5. Ukuran *patch size* dengan resolusi 3x3, 9x9, 15x15, 21x21, 27x27, dan 33x33 piksel
6. Ukuran citra kawah Gunung Kelud 800x424 piksel
7. Jenis kamera CCTV model kamera *Axis Q1755-E Network Camera* dengan resolusi 1280x720 dan 10x *optical* dan 12x *digital*, total 120x *zoom*. Gambar diambil setiap 10 menit
8. Citra diperoleh dari dari CCTV kawah Gunung Kelud milik PVMBG Jawa Timur yang diambil oleh penulis pada tanggal 16 Oktober 2017.

#### 1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui tingkat keberhasilan pengujian menggunakan FADE dan PSNR untuk mengukur hasil citra *dehazing*
2. Mengetahui waktu komputasi yang diperlukan dalam proses *dehazing* dan dilanjutkan pengujian FADE dan PSNR

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah merancang sistem yang mengetahui pengujian menggunakan FADE dan PSNR untuk mengukur hasil citra *dehazing* serta waktu komputasi yang diperlukan (studi kasus citra berkabut pada kawah Gunung Kelud)

#### 1.6 Sistematika Penulisan

Pada sistematika penulisan ini, dijelaskan dan diberikan gambaran mengenai pokok bahasan pada setiap bab dalam penelitian ini. Berikut adalah sistematika pembahasan di setiap bab:

##### BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini berisi latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika pembahasan.

##### BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini menjelaskan teori yang berhubungan dengan permasalahan penelitian yang diambil penulis

##### BAB III : DESAIN DAN IMPLEMENTASI

Bab ini menjelaskan langkah dan pembuatan perangkat lunak beserta rancangan program

#### BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini meliputi hasil yang dicapai dari perancangan sistem dan implementasi program, sehingga menghasilkan kesimpulan.

#### BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisikan kesimpulan dari hasil yang telah dicapai dan saran yang digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi yang berkepentingan.



## **BAB II**

### **LANDASAN TEORI**

Bab ini akan menjelaskan beberapa landasan teori untuk memudahkan dalam proses pengolahan citra digital dan menjelaskan tentang dasar-dasar atau teori yang digunakan oleh peneliti dalam pengujian pada kabut citra kawah Gunung Kelud.

#### **2.1 Kabut**

Secara umum, kabut merupakan tetes-tetes air yang sangat kecil dan berkumpul melayang di udara. Kabut biasa terlihat di wilayah yang memiliki udara dingin dan terletak di dataran tinggi. Kabut hampir sama dengan awan, bedanya adalah awan tidak menyentuh tanah, sedangkan kabut menyentuh tanah (Mukono, 1997). Terdapat 4 macam jenis kabut, salah satunya adalah kabut gunung yang akan menjadi studi kasus pada penelitian ini (merbabu.com, 2015). Gambar 2.1 memperlihatkan contoh citra berkabut.



**Gambar 2. 1 Contoh Citra Berkabut (Merbabu.com)**

### 2.1.1 Kabut Advection

Kabut *advection* terjadi ketika aliran udara melewati suatu permukaan yang memiliki suhu berbeda. Kabut *advection* disebut juga dengan kabut uap yang terbentuk ketika aliran udara dingin melalui air hangat. Uap air yang secara terus menerus bertemu dengan udara dingin akan mencapai titik jenuh, dan kelebihan uap air akan mengembun menjadi kabut.

### 2.1.2 Kabut Frontal

Kabut frontal terjadi saat dua massa udara yang berbeda temperatur, bertemu membentuk kabut. Kabut frontal biasa terjadi saat hujan turun, ketika massa udara yang sebelumnya hangat (tempat uap air menguap) menjadi massa udara yang dingin, dan menyebabkan uap air pada udara dingin melampaui titik jenuh.

### 2.1.3 Kabut Radiasi

Kabut radiasi biasa terjadi pada malam hari yang bersih dan tenang, dimana udara yang bersuhu dingin bertemu dengan tanah yang memancarkan panas pada udara, sehingga terbentuklah kabut yang secara bertahap semakin tebal. Kabut radiasi biasa terjadi di daerah lembah.

### 2.1.4 Kabut Gunung

Kabut gunung terjadi ketika uap air bergerak menuju ke atas melewati lereng-lereng gunung. Udara dingin yang bergerak ke atas lereng, tidak sanggup

menahan uap air. Titik-titik kabut kemudian terbentuk di sepanjang lereng gunung.

### 2.1.5 Klasifikasi Kabut dan Perbedaannya

Ketika air hangat di udara mendingin dengan cepat, tetesan berubah menjadi kabut. Terdapat beberapa klasifikasi mengenai kabut, yaitu *Smog* (kabut atau asap), *haze* (kabut), *must* (kabut) dan *fog*(kabut) dan berikut adalah cara membedakannya.

Kabut *haze* terjadi karena polutan di udara. Sebagian besar, *haze* terjadi di daerah yang jauh dari sumber asli dari polutan. *Haze* dibawa oleh angin ke tempat yang akhirnya berkumpul. *Haze* terbentuk ketika cahaya memantul partikel polusi udara dan dapat mengganggu visibilitas. Sumber dari *haze* biasa terjadi dari kebakaran dan polutan yang terjadi dikarenakan ulah manusia (Quora.com, 2015).

Kabut *smog* sebagian besar terdiri dari ozon. *Smog* biasanya akan membuat batuk dan membuat mata perih. *Smog* akan menjadi baik ketika berada di ketinggian pada atmosfer, tapi tidak begitu baik ketika mengenai sistem pernafasan. Kabut *smog* dapat menyebabkan iritasi mata, asma kronis, dan juga dapat mempengaruhi dampak produktivitas lahan pertanian. Istilah "*smog*" pertama kali diciptakan pada awal abad 20 di London untuk menggambarkan polusi yang menutupi kota (Quora.com, 2015).

Kabut *fog* terjadi akibat aktivitas vulkanik. Ketika gunung berapi meletus, atau mulai meletus, gunung akan melepaskan sulfur dioksida yang kemudian bereaksi dengan gas-gas lain yang ada di udara. Hal ini yang menyebabkan kabut disebut *fog*. Selain itu, ketika lava mencapai laut dan bereaksi dengan air, maka akan menghasilkan bahan kimia lain seperti hidrogen sulfida. Peristiwa ini juga

menghasilkan kabut yang disebut *fog*. Hal ini juga dapat menyebabkan visibilitas berkurang. Sedangkan *mist* sama seperti *fog*, perbedaannya hanya *fog* kurang padat dari *mist* yang cenderung lebih tebal atau padat. Jadi, satu-satunya perbedaan antara *fog* dan *mist* adalah mengenai kepadatan. (Quora.com, 2015).

## 2.2 Citra

Secara umum, citra merupakan tiruan atau imitasi yang memiliki tingkat kemiripan sangat tinggi dengan objek aslinya. Terdapat 2 jenis citra, yaitu citra analog dan citra digital. Secara garis besar, citra analog adalah citra yang tidak dapat diolah langsung oleh komputer. Namun di zaman yang serba canggih ini, sekarang citra analog dapat dengan mudah diubah menjadi citra digital, contohnya dengan mesin *scanner*. Sedangkan citra digital merupakan citra yang dapat diolah oleh komputer menggunakan aplikasi pengolahan digital (T,Sutoyo *et al*, 2009).

### 2.2.1 Citra Analog

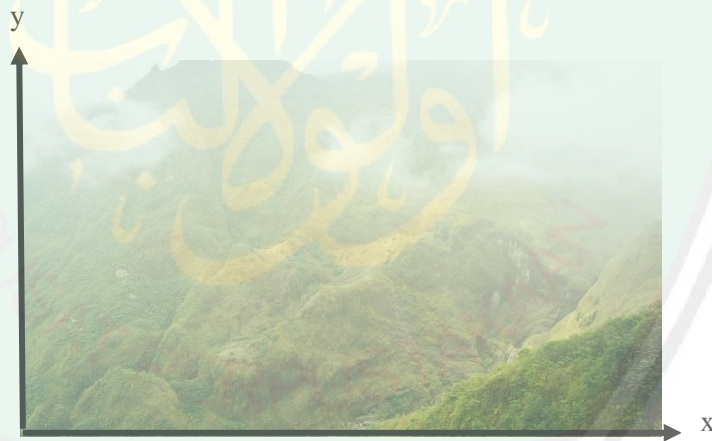
Citra analog adalah citra yang memiliki sifat kontinu atau analog, seperti gambar pada layar televisi, hasil *CT Scan*, foto sinar X, dll. Citra analog merupakan citra yang tidak dapat direpresentasikan dalam komputer sehingga tidak dapat diproses langsung oleh komputer (Munir, 2004). Untuk dapat mengolah citra analog, dapat dilakukan dengan mengkonversi citra analog menjadi citra digital terlebih dahulu.

Di zaman yang serba canggih seperti sekarang ini, hampir semua citra analog dapat dikonversi menjadi citra digital sehingga dapat direpresentasikan dalam komputer dan dapat diproses oleh komputer. Video pada monitor televisi

merupakan citra analog berupa sinyal-sinyal video. Dengan menggunakan fasilitas *screenshot* pada komputer, maka citra analog tersebut akan terkonversi menjadi sebuah citra digital sehingga dapat langsung diolah menggunakan aplikasi pengolahan citra digital.

### 2.2.2 Citra Digital

Citra digital adalah suatu kumpulan piksel-piksel atau titik-titik yang berwarna dan berbentuk dua dimensi. Citra digital merupakan citra kontinu yang diubah dalam bentuk diskrit dan dapat dinyatakan dalam bentuk matriks dua dimensi  $f(x,y)$  dimana 'x' dan 'y' berarti koordinat piksel dalam matriks dan 'f' berarti derajat intensitas piksel tersebut (Pearson, 1991). Berikut adalah contoh dari citra digital Gambar 2.2.



Gambar 2. 2Citra Digital

Citra digital diperoleh dengan proses digitalisasi. Ada 2 proses digitalisasi, yaitu sampling, dan kuantisasi. Sampling merupakan proses pengambilan nilai diskrit koordinat ruang  $(x,y)$  dengan melewati citra melalui celah (*grid*).

Sedangkan kuantisasi merupakan proses pengelompokan nilai tingkat keabuan citra kontinu ke dalam beberapa level.

Saat memperhatikan sebuah citra digital dengan seksama, akan terlihat titik-titik kecil yang memiliki bentuk segi empat dalam jumlah banyak yang membentuk citra tersebut. Titik-titik kecil tersebut dinamakan piksel, yang merupakan satuan terkecil dari sebuah citra digital. Jumlah piksel per-satuan panjang digunakan untuk menentukan resolusi citra tersebut. Semakin banyak piksel dalam sebuah citra, maka nilai resolusinya akan semakin tinggi dan membuat citra digital tersebut semakin terlihat halus.

Citra digital mengandung sejumlah elemen-elemen dasar. Elemen-elemen dasar tersebut dimanipulasi dalam pengolahan citra dan dieksploitasi lebih lanjut dalam *computer vision*. Elemen-elemen dasar menurut yang penting menurut (Munir, 2004), diantaranya adalah:

1. Kecerahan (*brightness*).

Kecerahan adalah kata lain untuk intensitas cahaya. Kecerahan pada sebuah titik (*pixel*) di dalam citra bukanlah intensitas yang riil, tetapi sebenarnya adalah intensitas rata-rata darisuatu area yang melingkupinya. Sistem visual manusia mampu menyesuaikan dirinya dengan tingkat kecerahan (*brightness level*) mulai dari yang paling rendah sampai yang paling tinggi.

2. Kontras (*contrast*)

Kontras menyatakan sebaran terang (*lightness*) dan gelap (*darkness*) di dalam sebuah gambar. Citra dengan kontras rendah dicirikan oleh sebagian besarkomposisi citranya adalah terang atau sebagian besar gelap. Pada

citra dengan kontras yang baik, komposisi gelap dan terang tersebar secara merata.

3. Kontur (*contour*)

Kontur adalah keadaan yang ditimbulkan oleh perubahan intensitas pada piksel-piksel yang bertetangga. Karena adanya perubahan intensitas inilah mata kita mampu mendeteksi tepi-tepi (*edge*) objek di dalam citra.

4. Warna (*color*)

Warna adalah persepsi yang dirasakan oleh sistem visual manusia terhadap panjang gelombang cahaya yang dipantulkan oleh objek. Setiap warna mempunyai panjang gelombang yang berbeda. Warna merah mempunyai panjang gelombang paling tinggi, sedangkan warna ungu (*violet*) mempunyai panjang gelombang paling rendah.

5. Bentuk (*shape*)

*Shape* adalah properti intrinsik dari objek tiga dimensi, dengan pengertian bahwa *shape* merupakan properti intrinsik utama untuk sistem visual manusia. Manusia lebih sering mengasosiasikan objek dengan bentuknya ketimbang elemen lainnya (warna misalnya). Pada umumnya, citra yang dibentuk oleh mata merupakan citra dwimatra (2 dimensi), sedangkan objek yang dilihat umumnya berbentuk trimatra (3 dimensi).

6. Tekstur (*texture*)

Tekstur dicirikan sebagai distribusi spasial dari derajat keabuan di dalam sekumpulan *pixel-pixel* yang bertetangga. Jadi, tekstur tidak dapat didefinisikan untuk sebuah *pixel*. Sistem visual manusia pada hakikatnya tidak menerima informasi citra secara independen pada setiap *pixel*,

melainkan suatu citra dianggap sebagai suatu kesatuan. Resolusi citra yang diamati ditentukan oleh skala pada mana tekstur tersebut dipersepsi.

### 2.3 Resolusi Citra

Resolusi citra menggambarkan tingkat detailnya suatu citra, karena semakin tinggi resolusinya, maka suatu citra akan semakin terlihat detail. Pada Gambar 2.3 terdapat 3 contoh gambar resolusi citra, yang terdiri dari 100x100 m (kiri), 10x10 m (tengah), dan 1x1 m (kanan). Selain itu, resolusi dikenal sebagai resolusi spasial dan resolusi kecermerlangan, berpengaruh pada besarnya informasi citra yang hilang.



Gambar 2. 3Resolusi Citra

Resolusi spasial merupakan ukuran objek terkecil yang masih dapat dikenali pada citra. Semakin kecil objek yang direkam, maka akan semakin baik resolusi spasialnya. Begitupun sebaliknya, semakin besar ukuran objek yang dapat direkam, semakin buruk resolusi spasialnya. Sebagai contoh, pada alat pengambil citra digital (kamera digital), semakin tinggi nilai *megapixel* pada kamera tersebut maka akan memiliki tingkat detail yang semakin baik sehingga objek terkecil pada citra yang diambil, masih dapat terlihat secara kasat mata. Selain itu, resolusi

spasial juga merupakan ukuran halus atau kasarnya pembagian kisi-kisi baris dan kolom pada saat sampling. Resolusi spasial biasa digunakan untuk menentukan jumlah pixel per satuan panjang yaitu dpi (*dot per inchi*). Jadi, resolusi spasial sangat berpengaruh pada detail dan perhitungan suatu gambar (Putra, 2009).

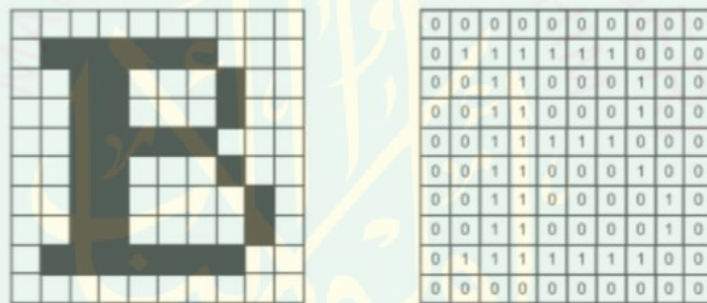
Resolusi kecermerlangan (*intensitas/ brightness*) merupakan banyaknya derajat keabuan yang dimiliki sebuah citra digital. Semakin besar resolusi kecermerlangan citra digital, maka semakin halus citra tersebut dan tentu saja ukuran akan semakin besar. Resolusi kecermerlangan juga biasa disebut kedalaman bit atau kedalaman warna (*Bith Depth*) merupakan kasar halusnya pembagian tingkat gradasi warna saat dilakukan kuantisasi. *Bith Depth* menentukan banyaknya informasi warna yang ada untuk ditampilkan dalam setiap piksel. Misalnya, pada citra digital 16 bit bila dibandingkan dengan citra digital 8 bit, tentu saja citra digital 16 bit lebih baik dari citra digital 8 bit karena pada citra digital 16 bit mempunyai tingkat keabuan 2 pangkat 8. Dengan demikian, resolusi kecermerlangan dapat dikatakan sebagai halus dan kasarnya pembagian tingkat kecermerlangan.

#### **2.4 Jenis Citra**

Nilai suatu piksel memiliki nilai rentang minimum sampai nilai maksimum yang secara umum memiliki jangkauan 0-255. Berikut ini jenis-jenis citra berdasarkan pikselnya.

### 2.4.1 Citra Biner

Citra biner merupakan citra yang hanya menggunakan warna pada tingkatan warna hitam dan putih. Citra biner disebut juga sebagai citra B&W (*black and white*) atau citra monokrom. Citra biner biasanya digunakan pada citra logo instansi yang hanya memiliki warna hitam dan putih, citra kode batang (*barcode*), citra hasil pemindaian (*scanner*). Citra biner sering kali muncul sebagai hasil dari proses pengolahan seperti segmentasi, pengambangan, morfologi ataupun *dithering*. (Putra, 2010). Berikut ini contoh citra biner berupa huruf “B” yang telah ditumpangkan pada *grid*, kemudian di representasi biner dan derajat keabuannya, dapat dilihat pada Gambar 2.4.



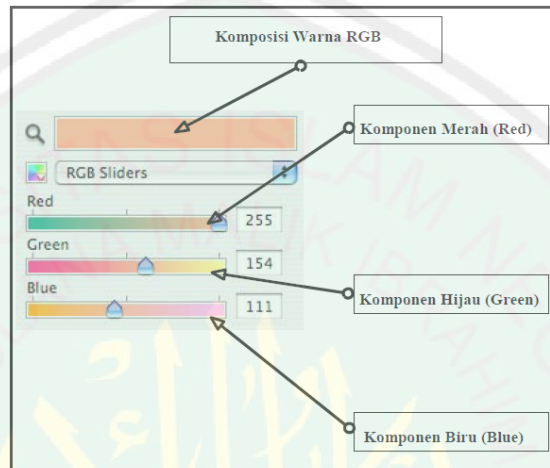
Gambar 2. 4Contoh Citra Biner

### 2.4.2 Citra Grayscale

Citra *grayscale* merupakan citra yang hanya menggunakan warna pada tingkatan warna abu-abu. Warna abu-abu berarti nilai merah, hijau dan biru mempunyai intensitas yang sama. Artinya memiliki skala abu dari 0-255, yang dalam hal ini nilai intensitas 0 menyatakan hitam, nilai intensitas 255 menyatakan putih (Munir, 2004).

### 2.4.3 Citra Warna

Citra warna terdiri dari 3 layar metriks, yaitu *R-layer*, *G-layer*, *B-layer*. Setiap poin informasi piksel (RGB) disimpan ke dalam *byte* data. Pada 8 bit pertama menyimpan nilai biru, kemudian warna hijau pada 8 bit kedua, dan warna merah pada 8 bit ketiga. Komposisi warna tersebut dapat dilihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2. 5Komposisi Warna RGB

## 2.5 Pengolahan Citra

Sebuah citra dapat menyampaikan banyak informasi. Namun, citra yang dimiliki seringkali mengalami penurunan mutu (degradasi). Penurunan mutu yang sering terjadi adalah terdapat derau (*noise*) atau cacat seperti terdapat bintik-bintik, gambar kabur, kurang fokus atau tajam, warna yang tidak merata atau kontras, dan sebagainya. Dengan adanya penurunan mutu, maka informasi yang disampaikan oleh citra tersebut menjadi berkurang karena citra menjadi lebih sulit diinterpretasi. (Munir, 2004).Citra yang sulit diinterpretasi oleh manusia ataupun mesin perlu dimanipulasi menjadi citra lain yang bertujuan agar kualitas citra

tersebut menjadi lebih baik. Hal inilah yang menyangkut bidang studi pengolahan citra (*image processing*).

Pengolahan citra adalah operasi yang dilakukan pada suatu citra dengan sasaran mencapai tujuan tertentu. Pengolahan citra bertujuan meningkatkan kualitas citra untuk menghasilkan kualitas citra yang lebih baik dapat dilihat pada Gambar 2.6. Jadi, pengolahan citra dapat juga berarti sebagai salah satu aplikasi yang dapat mengubah gambar menjadi suatu informasi. Pengolahan citra terbagi menjadi 3 bagian, yaitu peningkatan tingkat keabuan citra, filtering, transformasi 2 dimensi, dan koreksi geometri.



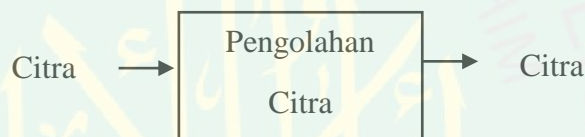
**Gambar 2. 6** Citra Gunung dengan *Noise* dan tanpa *Noise*

Peningkatan tingkat keabuan citra bertujuan untuk meningkatkan kualitas suatu citra dengan perbaikan kontras. *Filtering* bertujuan untuk mengatasi gangguan seperti terbentuknya garis-garis akibat adanya kerusakan pada bagian detektor sensor, gangguan dalam bentuk bercak hitam yang tersebar secara acak dan gangguan yang bersifat frekuensi rendah, dimana terjadi proses pemerataan intensitas cahaya pada suatu titik sampel dengan titik-titik didekatnya. Transformasi 2 dimensi bertujuan untuk mengatasi gangguan bersifat sederhana dan linier. Gangguan ini biasa terjadi saat ada pergeseran pusat, perubahan ukuran

citra, atau perubahan orientasi koordinat. Sehingga diperlukan transformasi 2 dimensi berupa rotasi citra, skala citra, atau translasi citra untuk mengatasinya. Koreksi geometri bertujuan untuk meningkatkan kualitas citra dengan ketelitian tingkat tinggi, misalnya untuk pembentukan peta dasar (Murni, 2002).

## 2.6 Operasi Pengolahan Citra

Operasi pengolahan citra mengategorikan berdasarkan tujuan transformasi dan cakupan operasi yang dilakukan pada suatu citra. Operasi pengolahan citra dilakukan untuk mentransformasi suatu citra menjadi citra lain, alur pengolahan citra dapat dilihat pada Gambar 2.7.



**Gambar 2. 7** Alur Pengolahan Citra (Putra, 2010)

Secara umum, operasi citra dibagi menjadi beberapa jenis, yaitu perbaikan kualitas citra (*image enhancement*), pemugaran citra (*image restoration*), pemampatan citra (*image compression*), segmentasi warna (*image segmentation*), pengorakan citra (*image analysis*), dan rekonstruksi citra (*image reconstruction*) (Munir, 2004).

### 2.6.1 Perbaikan Kualitas Citra (*Image Enhancement*)

Perbaikan kualitas citra bertujuan untuk memperbaiki kualitas citra dengan memanipulasi parameter-parameter citra, sehingga suatu citra dapat lebih memperlihatkan atau menunjukkan ciri-ciri khusus yang dimilikinya. Misalnya ketika proses pengambilan suatu citra menggunakan kamera, seringkali hasilnya

tidak sesuai dengan yang diharapkan karena cahaya yang kurang terang. Maka, diperlukan proses perbaikan kualitas citra dengan operasi perbaikan kontras gelap atau terang.

Selain itu, dapat juga dilakukan perbaikan tepian objek (*edge enhancement*), penajaman (*sharpening*), pemberian warna semu (*pseudocoloring*), dan penapisan derau (*noise filtering*). Contohnya terdapat pada Gambar 2.8.



**Gambar 2. 8**Contoh Perbaikan Kualitas Citra

### 2.6.2 Pemugaran Citra (*Image Restoration*)

Pemugaran citra merupakan proses mendapatkan kembali citra asli dari citra yang cacat atau telah mengalami degradasi. Pemugaran citra bertujuan untuk meminimalkan atau menghilangkan cacat yang ada pada suatu citra. Pemugaran citra dan perbaikan kualitas memiliki ciri yang hampir sama, bedanya terletak pada pemugaran citra dapat diketahui penyebab terjadinya degradasi citra. Contohnya adalah penghilangan kesamaran (*deblurring*) dan penghilangan derau (*noise*) dapat dilihat pada Gambar 2.9.



**Gambar 2. 9**Contoh Pemugaran Citra

### 2.6.3 Pemampatan Citra (*Image Compression*)

Pemampatan citra bertujuan untuk membentuk citra yang lebih kompak sehingga hanya memerlukan memori yang lebih kecil, namun tetap harus memiliki kualitas gambar yang bagus. Misalnya adalah mengubah kualitas gambar dari *Web Large Quality JPEG* dengan ukuran atausize besar 22.9 kb menjadi *Web Small Quality JPEG* dengan *size* lebih kecil 11.09 kb, lihat pada Gambar 2.10.

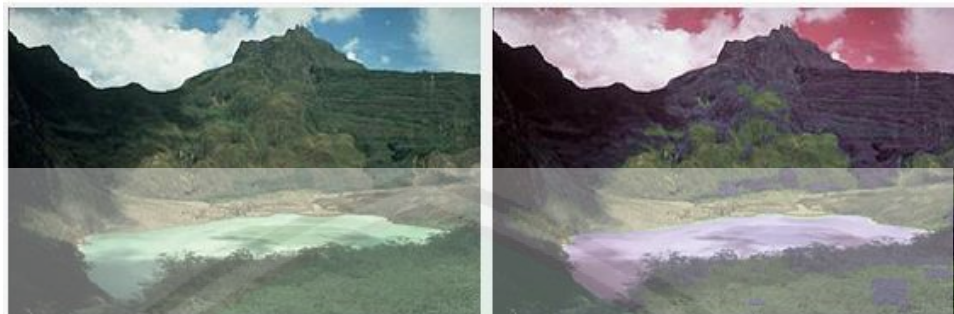


**Gambar 2. 10**Contoh Pemampatan Citra

### 2.6.4 Segmentasi Citra (*Image Segmentation*)

Segmentasi citra bertujuan membagi atau memisahkan sebuah citra menjadi daerah-daerah berdasarkan sifat-sifat tertentu. Pemisahan tersebut didasarkan pada perbedaan karakteristik masing-masing region yang mencolok.

Segmentasi sering dijelaskan sebagai proses analogi terhadap proses pemisahan latar depan dan latar belakang, lihat pada Gambar 2.11.



**Gambar 2. 11 Contoh Segmentasi Citra**

### 2.6.5 Pengorakan Citra (*Image Analysis*)

Pengorakan citra bertujuan menghitung besaran kuantitatif dari citra masuk untuk menghasilkan deskripsinya. Mengekstraksi ciri-ciri tertentu yang membantu dalam identifikasi objek. Contoh operasi pengorakan citra adalah pendektesian tepi objek (*edge detection*), ekstraksi batas (*boundary*), dan representasi daerah (*region*).

### 2.6.6 Rekontruksi Citra (*Image Reconstruction*)

Rekontruksi citra bertujuan membentuk ulang objek dari beberapa citra hasil proyeksi. Rekontruksi citra biasa digunakan dalam bidang medis, contohnya foto *rontgen* dengan sinar X digunakan untuk membentuk ulang gambar organ tubuh.

### 2.6.7 Restorasi Visibilitas

Restorasi merupakan pengembalian atau pemulihan kepada keadaan semula. Yaitu mengembalikan keadaan citra berkabut menjadi citra aslinya (tidak

berkabut) menggunakan teknologi pengolahan citra digital. Sedangkan visibilitas adalah keadaan dapat dilihat dan diamati, keadaan yang dimaksud merupakan keadaan kawah gunung Kelud dapat dilihat dengan jelas walaupun sedang dalam keadaan berkabut. Disinilah perlunya proses restorasi visibilitas untuk mengembalikan atau memulihkan citra ke keadaan yang mendekati citra asli. (Oke, 1987). Kualitas tinggi suatu citra tanpa *haze* dapat dicapai dengan menggunakan kedua nilai dalam persamaan visibilitas pemulihan gambar kabur (Xavier *et al*, 2016). Fungsi restorasi adalah sebagai berikut

$$J^c = \frac{\alpha^c(I^c(x)-A)}{\max(t(x),t_0)} + \alpha^c A^c \quad (2.1)$$

Keterangan :

$c \in \{r, g, b\}$ ,  $J^c(x)$  = cahaya adegan (*scene radiance*)

$I^c(x)$  = citra masukan (*hazy image*) yang ditangkap kamera

$A^c$  = cahaya atmosfer global (*atmospheric light estimation*)

$\alpha^c$  = mewakili parameter warna yang disesuaikan

$t_0$  = diatur bernilai 0.1

$t(x)$  = skalar disebut transmisi (*transmission map*)

Dengan menggunakan ini restorasi berfungsi visibilitas citra masukan kabur bisa dikembalikan secara efektif (Xavier *et al*, 2016).

## 2.7 Dehazing Citra

*Dehazing* citra merupakan usaha atau cara yang dilakukan untuk menghilangkan *noise* berupa kabut dalam citra dengan menggunakan metode pengolahan citra. Dalam penelitian penulis, *noise* yang dimaksud adalah kabut yang terdapat pada citra kawah gunung Kelud. Banyak metode pengolahan citra yang dapat dilakukan untuk menghilangkan kabut, yaitu menggunakan metode *Guided Image Filter*, *Fast Image Filter*, dan *Dark Channel Prior*. Pada penelitian ini, teknik *artificial intelligence* digunakan pada bagian *guided image filter*. Seperti contoh penerapan kecerdasan buatan pada identifikasi pertumbuhan tanaman virtual berbasis lingkungan menggunakan metoda *fuzzy mamdani* dan metode *L-System* (Suhartono, 2013).

Selain itu, pada proses menghilangkan kabut perlu dilakukan beberapa langkah dimulai dengan memasukkan citra berkabut (*Hazy Image Input*), dilanjutkan dengan proses menghapus kabut pada citra tunggal dengan metode *Dark Channeling*. Berikut ini adalah proses yang diperlukan dalam menghapus kabut:

### 2.7.1 Hazy Image Input

*Hazy Image Input* merupakan citra masukan digital atau citra berkabut yang akan diolah menggunakan metode DCP. Dapat digambarkan sebagai berikut:

$$I_c(\mathbf{x}) = J_c(\mathbf{x})t(\mathbf{x}) + A(1-t(\mathbf{x})) \quad (2.2)$$

Keterangan:

$\mathbf{x}$  = koordinat piksel dari gambar

$I_c$  = citra kabur

$J_c$  = radianasi adegan

$A$  = airlight

$t(\mathbf{x})$  = skalar disebut transmisi (*transmission map*)

### 2.7.2 Dark Channeling

*Dark Channel Prior (DCP)* mulai dikenal luas pada tahun 2011. DCP dikenalkan oleh Kaiming He, merupakan pendekatan baru untuk memecahkan masalah yang sulit yaitu menghapus kabut dari satu gambar yang diwakili oleh satu persamaan. DCP adalah metode yang menggunakan *dark pixels*, yaitu piksel-piksel yang memiliki intensitas sangat rendah atau hampir nol. *Dark pixels* sangat dipengaruhi oleh pencayahaan udara pada citra yang memiliki *noise* sehingga *dark pixels* dapat menghasilkan asumsi lapisan yang akurat (He, 2009). Dapat digambarkan sebagai berikut:

$$J^{dark}(\mathbf{x}) = \min_{\mathbf{y} \in \Omega(\mathbf{x})} \min_{c \in \{r, g, b\}} J_c(\mathbf{y}) \quad (2.3)$$

Keterangan:

$J_c$  = saluran warna (*color channel*) dalam  $\mathbf{r}, \mathbf{g}, \mathbf{b}$

$\Omega(\mathbf{x})$  = posisi patch dari warna gelap atau *dark color* berasal di  $\mathbf{x}$

### 2.7.3 Atmospheric Light Estimation

*Airlight* diperkirakan dengan mengambil *pixel* dari gambar yang sesuai dengan 0,1% piksel terang di DCP, dan kemudian memilih satu dengan intensitas maksimum. Kemudian diperkirakan *airlight* yang paling kabur, *scene radiance*  $\mathbf{R}$  untuk  $\mathbf{c} \in \{\mathbf{r}, \mathbf{g}, \mathbf{b}\}$  menjadi berikut:

$$J_c(\mathbf{x}) = R_c(\mathbf{x}) A \text{ dimana } R \leq 1 \quad (2.4)$$

Kemudian di substitusikan persamaan (2.2) dan (2.3), sehingga menghasilkan berikut ini:

$$I(\mathbf{x}) = R(\mathbf{x}) A t(\mathbf{x}) + (1 - t(\mathbf{x})) A \leq A \quad (2.5)$$

### 2.7.4 Transmission Map Estimation

*Transmission Map Estimation* atau kedalaman estimasi yang mewakili jarak tak terbatas dari kedalaman setiap piksel. Dapat digambarkan sebagai berikut:

$$t(\mathbf{x}) = e^{-\beta d(\mathbf{x})} \quad (2.6)$$

Keterangan:

$t(\mathbf{x})$  = skalar disebut transmisi: menggambarkan bagaimana pancaran titik dalam adegan dilemahkan sesuai dengan yang  $d$  jarak dari pengamat

$d(\mathbf{x})$  = kedalaman ketika mendekati 0

$\beta$  = koefisien hamburan

### 2.7.5 Guided Image Filter

*Guided Image Filter* berlaku secara luas dalam pengolahan citra. *Guided Image Filter* menggunakan cara sederhana untuk memperkirakan *output filter*  $\mathbf{q}$  berdasarkan *guided image*  $\mathbf{I}$  dan *filter input*  $\mathbf{p}$ . Selain itu, *Guided Image Filter* bisa digunakan untuk memperbaiki *transmission*  $t$ .

Asumsi kunci dari guided filter adalah model linear antara *guidance*  $\mathbf{I}$  dan *filter output*  $\mathbf{q}$ . Kemudian,  $\mathbf{q}$  adalah linear transformasi dari *window*  $\omega_k$  yang berpusat di piksel  $k$ :

$$\mathbf{q}_i = \mathbf{a}_k \mathbf{I}_i + \mathbf{b}_k, \forall i \in \omega_k \quad (2.7)$$

Keterangan:

$(\mathbf{a}_k, \mathbf{b}_k)$  = beberapa koefisien linear diasumsikan konstan dalam *window*  $\omega_k$

Untuk memastikan koefisien linear  $(\mathbf{a}_k, \mathbf{b}_k)$ , kita harus menetapkan beberapa kondisi kendala dari *filter input*  $\mathbf{p}$  dan *output*  $\mathbf{q}$  harus mengurangi beberapa komponen yang tidak diinginkan seperti *noise* / tekstur dari masukan  $\mathbf{p}$  dan meminimalkan perbedaan antara  $\mathbf{q}$  dan  $\mathbf{p}$  dengan tetap menjaga Model linear dalam Persamaan (2.7) pada waktu yang sama. Oleh karena itu harus meminimalkan *cost fuction* atau nilai fungsi di *window*  $\omega_k$  :

$$E(\mathbf{a}_k, \mathbf{b}_k) = \sum_{i \in \omega_k} ((\mathbf{a}_k \mathbf{I}_i + \mathbf{b}_k - \mathbf{p}_i)^2 + \epsilon \mathbf{a}_k^2) \quad (2.8)$$

Keterangan:

$\epsilon$  = parameter regularisasi  $\mathbf{a}_k$  .

Persamaan (2.8) merupakan model *linear ridge regression* dan solusi dari persamaan tersebut adalah:

$$\mathbf{a}_k = \frac{\frac{1}{M} \sum_{i \in \omega_k} I_i \mathbf{p}_i - \mu_k \bar{\mathbf{p}}_k}{\sigma_k^2 + \epsilon} \quad (2.9)$$

$$\mathbf{b}_k = \bar{\mathbf{p}}_k - \mathbf{a}_k \mu_k \quad (2.10)$$

Keterangan:

$M$  = piksel angka pada *window*  $\omega_k$

$\bar{\mathbf{p}}_k$  = rata-rata dari  $\mathbf{p}$  di *window*  $\omega_k$

Setelah menghitung  $(\mathbf{a}_k, \mathbf{b}_k)$  untuk semua *window*  $\omega_k$  pada input citra, dapat menghitung *filtering output* citra dengan persamaan:

$$\mathbf{q}_i = \frac{1}{M} \sum_{k | i \in \omega_k} (\mathbf{a}_k * I_i + \mathbf{b}_k) \quad (2.11)$$

Kemudian jika  $\sum_{k | i \in \omega_k} \mathbf{a}_k = \sum_{k \in \omega_i} \mathbf{a}_k$  berdasarkan bentuk simetris dari *box window*, maka persamaan (2.11) menjadi berikut:

$$\mathbf{q}_i = \bar{\mathbf{a}}_i I_i + \bar{\mathbf{b}}_i \quad (2.12)$$

Persamaan 2.9, 2.10, dan 2.12 merupakan definisi dari *Guided Image filter*. Pada *Guided Image Filter* dilakukan perbaikan citra dengan upsampling dan subsampling. Hasilnya menunjukkan *Estimated Transmission Maps* atau estimasi peta transmisi menggunakan Persamaan (2.12). *Transmission Map* mengelola dan menangkap tepi citra yang terputus dengan baik, dan garis kontur objek.

## 2.8 Pengujian Kepadatan Kabut (*Fog Aware Density Evaluation*)

Sebuah citra yang ditangkap akan dianggap berhasil apabila citra yang dihasilkan memiliki visual yang sama seperti objek aslinya. Dalam cuaca buruk, penyerapan atau hamburan cahaya oleh partikel atmosfer seperti kabut dapat mengurangi visibilitas citra sehingga objek-objek yang diambil ketika kondisi cuaca buruk akan memiliki kontras rendah, warna kurang jelas, dan pergeseran cahaya (Narasimhan *et al*, 2003). Pada Gunung Kelud, telah terpasang CCTV yang dipasang untuk memantau aktifitas danau di Gunung Kelud. Namun, karena terletak diatas gunung, maka citra yang dihasilkan bergantung pada kondisi cuaca. Pada saat cuaca berawan, maka citra yang dihasilkan dari CCTV tersebut akan tertutupi oleh kabut (Oddy *et al*, 2016).

*Fog Aware Density Evaluator* (FADE) dapat memprediksi visibilitas pada objek berkabut tanpa mengacu pada gambar kabut, tanpa diperlukan masukan beberapa gambar berkabut, tanpa sisi geografis informasi yang diperoleh dari kamera, tanpa memperkirakan kedalaman peta transmisi, dan tanpa pelatihan penilaian manusia. FADE hanya memanfaatkan penyimpangan yang diukur dari keteraturan statistik yang diamati pada gambar berkabut dan gambar bebas kabut (Choi *et al*, 2015). Jadi, *fog density* yang diteliti bersifat *referenceless*, artinya tidak menggunakan suatu citra sebagai acuan untuk pengukuran tingkat kepadatan kabut.

## 2.9 Pengujian PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*)

*Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) adalah sebuah parameter yang biasa digunakan dalam proses kompresi citra untuk menentukan kualitas hasil rekonstruksi citra hasil. Selain FADE, pada penelitian ini digunakan pula parameter PSNR sebagai pengukuran kualitas *dehazing* citra. Perbandingan nilai maksimum dari sinyal yang diukur dengan *mean square error* (MSE) dijadikan pembanding untuk melihat kualitas citra hasil dari proses *dehazing*. PSNR disini dinyatakan dalam skala logaritmik *decibel* (dB). Semakin tinggi nilai PSNR maka semakin tinggi kehandalan suatu metode dalam menangani *noise* berupa kabut pada citra kawah Gunung Kelud. PSNR didefinisikan sebagai berikut:

$$PSNR = 10 \log_{10} \left( \frac{C_{max}^2}{MSE} \right) \quad (2.13)$$

Keterangan:

$C_{max}$  = nilai piksel terbesar pada keseluruhan citra

Selanjutnya MSE (*mean square error*) dinyatakan sebagai berikut:

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_{x=1}^M \sum_{y=1}^N (S_{xy} - C_{xy})^2 \quad (2.14)$$

Keterangan:

$x$  dan  $y$  = koordinat suatu titik pada citra.

$M$  dan  $N$  = dimensi dari citra.

$S$  = citra tersisipi (*stego-image*)

$C$  = citra asli (*cover image*)

## 2.10 Penelitian Terkait

Penelitian terdahulu sangat penting dalam menemukan titik perbedaan maupun persamaan dengan penelitian yang akan dilakukan. Selain itu, penelitian terdahulu juga berguna sebagai perbandingan sekaligus landasan dalam melakukan penelitian. Penelitian mengenai visibilitas pada citra tunggal sudah pernah dilakukan dalam penelitian. Penelitian mengenai visibilitas pada citra tunggal juga telah dilakukan oleh (Robby T. Tan, 2008), yang menyatakan bahwa pada cuaca yang buruk, seperti adanya kabut, secara signifikan dapat menurunkan visibilitas suatu adegan atau *scene*. Biasanya, disebabkan oleh adanya partikel besar di atmosfer yang menyerap dan menghamburkan cahaya. Dalam *computer vision*, penyerapan dan proses hamburan biasanya dimodelkan dengan kombinasi linear dari pelemahan langsung dan *airlight* tersebut. Maka, beberapa metode telah diusulkan, dan sebagian besar memerlukan beberapa citra masukan dari suatu adegan, yang memiliki derajat yang berbeda dari polarisasi atau kondisi atmosfer yang berbeda. Persyaratan ini menjadikelemahan utama dari metode ini, karena dalam banyak situasi, sulit untuk dipenuhi. Untuk mengatasi masalah ini, penulis memperkenalkan metode otomatis yang hanya membutuhkan citra input tunggal. Metode ini didasarkan pada dua pengamatan dasar: pertama, citra dengan meningkatkan visibilitas atau (*clear-day images*) yang memiliki kontras lebih baik dari gambar yang diganggu oleh cuaca buruk; kedua, variasi *airlight* yang tergantung pada jarak objek yang dilihat, cenderung menjadi lancar. Mengandalkan dua pengamatan ini, dikembangkan fungsi dalam *framework* bidang acak Markov, yang secara efisien dapat dioptimalkan dengan

berbagai teknik, seperti *graph-cuts*. Metode ini tidak memerlukan informasi geometris dari citramasukan, dan berlaku untuk citrawarna dan citra abu-abu.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh (Sales Xavier dan Reshmi R, 2016) mengenai restorasi visibilitas algoritma menggunakan *Bilateral Filtering*. Pemulihan visibilitas gambar dipengaruhi oleh berbagai macam kondisi cuaca diantaranya seperti *fog, mist, haze fog*. Visibilitas yang rendah akan menyebabkan kegagalan dalam aplikasi pengolahan gambar seperti deteksi objek, pengenalan objek dll. Penulis mengusulkan algoritma restorasi visibilitas untuk gambar yang diambil selama kondisi badai pasir. Ketebalan kabut dan parameter warna dapat secara akurat memperkirakan dan pada gilirannya menghasilkan gambar berkualitas tinggi dengan visibilitas yang jelas dan warna yang hidup. Estimasi ketebalan kabut menggunakan model distribusi *Laplacian* dan teknik koreksi *Gamma*. Menggunakan parameter warna yang diperkirakan, setiap channel warna bisa menyamakan kedudukan dan dengan demikian mengatasi masalah warna. Sebuah *filtering bilateral* diusulkan sehingga dapat meningkatkan konsumsi saat algoritma dengan mengganti teknik *soft matting*.

Penelitian juga telah dilakukan oleh (Oddy Virgantara Putra, 2016) mengenai *degassing* yang sering terjadi di atas Gunung Kelud. Salah satu indikator dari aktivitasnya adalah perubahan warna danau. Pengamatan telah dilakukan selama bertahun-tahun untuk menonton kondisi danau menggunakan kamera CCTV dan melalui petugas vulkanologi. Karena terletak di atas gunung, kondisi cuaca selalu berubah dari yang jelas, berawan, atau kabur. Sehingga visi kamera menjadi terbatas atau bahkan diblokir oleh kabut. Dalam tulisan ini, penulis

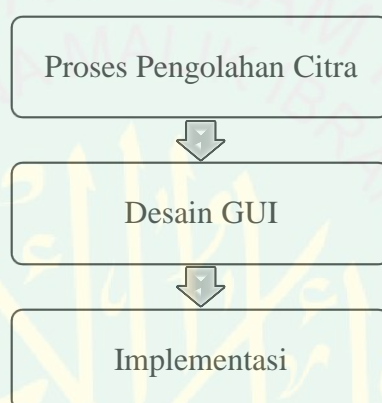
menggunakan teknik penghapusan kabut berdasarkan pada *dark channel prior*. Masalahnya muncul karena *airlight* sulit untuk memperkirakan pada daerah non-langit. Dengan membandingkan ukuran yang berbeda dari *patch*, penulis menemukan bahwa dalam kasus ini, untuk *patch* kecil *airlight* menutup batas maksimum. *Airlight* ini hampir sama dengan wilayah langit. Untuk perbaikan citra, kita menggunakan *guided image filter* untuk menjaga kualitas gambar setelah estimasi peta transmisi. Kemudian, untuk penelitian selanjutnya, peneliti akan menemukan solusi optimal untuk mencari yang sesuai estimasi nilai *airlight* yang terpisah antara gas dan kabut dengan menggunakan pendekatan HSV untuk meningkatkan kontras.



## BAB III

### METODOLOGI PENELITIAN

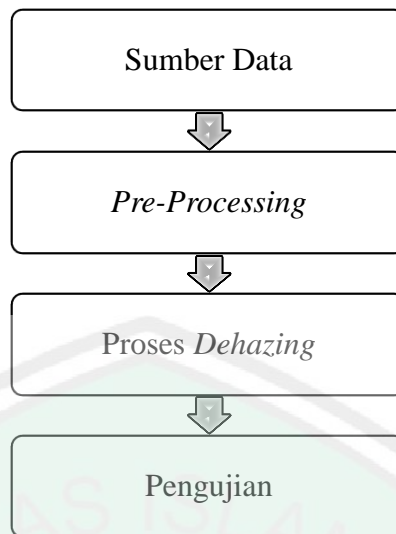
Pada bab ini akan dijelaskan mengenai tahapan penelitian yang akan dilakukan dan kebutuhan sistem yang akan dibuat. Aplikasi yang dibangun merupakan aplikasi untuk mengukur citra pasca proses *haze removal* dengan studi kasus citra berkabut pada kawah Gunung Kelud. Tahapan perancangan ini secara garis besar adalah berikut ini:



**Gambar 3. 1**Tahapan Rancangan Sistem

#### 3.1 Proses Pengolahan Citra

Proses ini diawali dengan pengambilan data citra digital menggunakan kamera digital untuk dapat diolah menggunakan metode *Dark Channel Prior*. Dari sekian banyak metode akuisisi data citra digital, pada penelitian ini dilakukan dengan cara mengumpulkan data citra dalam berbagai kondisi (berkabut dan tidak berkabut) yang diambil dari kamera CCTV kawah Gunung Kelud. Berikut ini adalah proses pengolahan yang perlu dilakukan:



**Gambar 3. 2**Proses Pengolahan Citra

### 3.1.1 Sumber Data

Data yang digunakan sebagai citra uji untuk penelitian *dehazing* ini menggunakan data yang bersumber dari PVMBG (Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Geologi) Jawa Timur. Data berupa citra kawah Gunung Kelud yang diambil oleh penulis pada tanggal 16 Oktober 2017 pukul 10.30 WIB.

### 3.1.2 Pre-Processing

Proses *Pre-processing* merupakan tahapan awal yang diperlukan sebelum citra masukan memulai proses tahapan utama dari metode *dark channel prior*. Berikut ini adalah tahapan *pre-processing* yang dilakukan pada penelitian ini

#### 1. Penghapusan Label pada Citra

Pada proses ini, citra kawah Gunung Kelud yang didapatkan dari CCTV masih memiliki label nama pada atas citra yaitu label tanggal kabut terekam oleh CCTV tersebut. Maka diperlukan proses *crop* atau

pemotongan citra, sehingga pada proses menghilangkan kabut atau *dehazing* dapat menghasilkan citra yang akurat dengan membuang bagian citra yang tidak berguna atau mengganggu. Untuk lebih jelas, dapat dilihat pada tabel 3.1 berikut ini


**Tabel 3. 1 Penghapusan Label pada Citra**

Citra Kawah Gunung Kelud dari CCTV	Citra Kawah Gunung Kelud Hasil <i>Crop</i>
	

## 2. Pengelompokan Citra

Pengelompokan citra berfungsi untuk mempermudah penelitian maupun percobaan. Karena banyaknya jumlah citra kawah Gunung Kelud yang diperoleh dari PVMBG (Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Geologi) Jawa Timur yang terletak pada kawah gunung, maka pengelompokan citra sangat diperlukan untuk efisiensi waktu dan tenaga dalam percobaan ini. Data citra yang telah diperoleh akan dibagi menjadi 3 kelompok. Yaitu citra berkabut tipis, citra berkabut sedang, dan citra berkabut tebal. Untuk sampel 3 data citra kawah gunung kelud dapat dilihat pada tabel 3.2.

Tabel 3. 2 Sampel Data Citra yang Akan Diuji

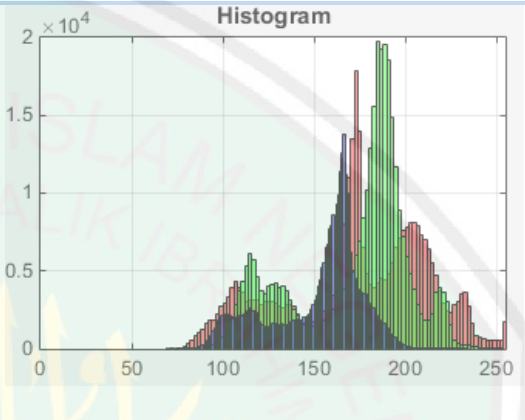
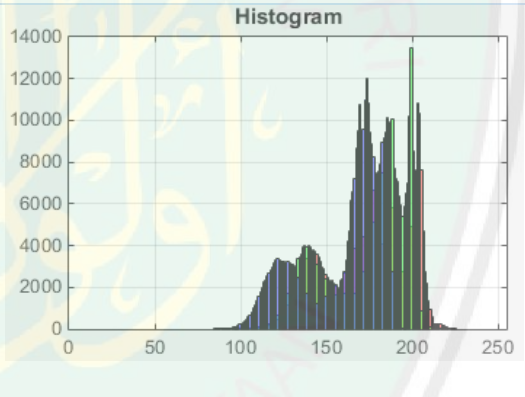
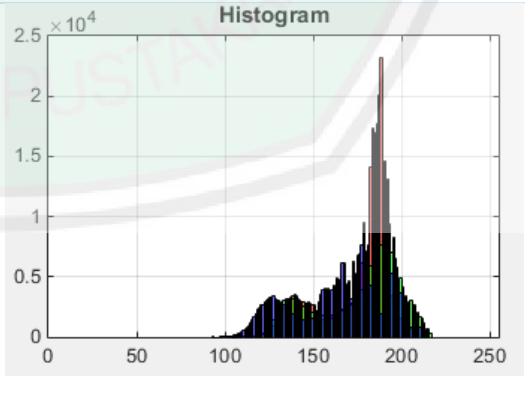
No.	Jenis Kabut Citra	Citra Kawah Gunung Kelud
1.	Citra Berkabut Tipis	
2.	Citra Berkabut Sedang	
3.	Citra Berkabut Tebal	

### 3. Histogram RGB dari Citra

Histogram citra merupakan suatu grafik yang menyatakan hubungan antara BV (*brightness value*) dengan frekuensi. Dengan histogram, analisis citra dapat memahami citra yang dipelajari dari aspek kecerahan dan ketajamannya. Dari histogram juga kadang-kadang dapat diduga jenis saluran spektral citra yang digunakan. Perubahan atas distribusi nilai pada citra secara langsung berakibat pada perubahan tampilan histogram. Sebaliknya, dengan memainkan bentuk histogramnya banyak program pengolah citra secara interaktif mampu mengubah tampilan citranya. Dengan kata lain, perangkat lunak pengolah citra kadang-kadang menggunakan histogram sebagai jembatan komunikasi antara pengguna

dengan data citra (Projo, 2002). Berikut ini adalah hasil histogram pada masing-masing citra berkabut (Tabel 3.3).

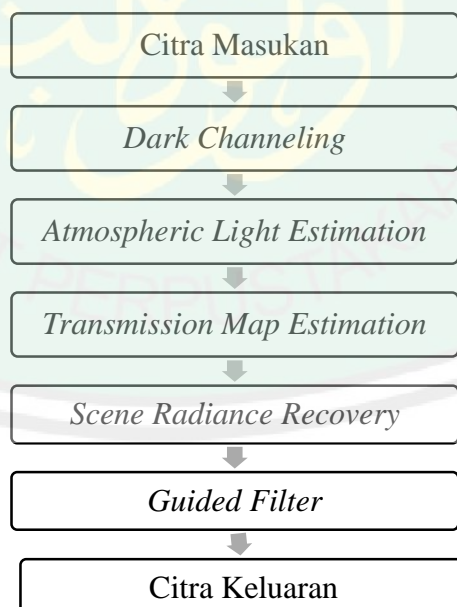
**Tabel 3.3 Histogram Data Citra yang Akan Diuji**

No	Jenis Kabut Citra	Citra Kawah Gunung Kelud
1.	Citra Berkabut Tipis	 <p>The histogram for 'Citra Berkabut Tipis' shows a distribution of pixel intensity values from 0 to 250. The y-axis is scaled by <math>10^4</math> and ranges from 0 to 2. The distribution is bimodal, with a smaller peak around 120 and a larger peak around 180. The bars are colored in a gradient from blue to red.</p>
2.	Citra Berkabut Sedang	 <p>The histogram for 'Citra Berkabut Sedang' shows a distribution of pixel intensity values from 0 to 250. The y-axis ranges from 0 to 14000. The distribution is bimodal, with a smaller peak around 120 and a larger peak around 180. The bars are colored in a gradient from blue to red.</p>
3.	Citra Berkabut Tebal	 <p>The histogram for 'Citra Berkabut Tebal' shows a distribution of pixel intensity values from 0 to 250. The y-axis is scaled by <math>10^4</math> and ranges from 0 to 2.5. The distribution is bimodal, with a smaller peak around 120 and a larger peak around 180. The bars are colored in a gradient from blue to red.</p>

### 3.1.3 Proses *Dehazing*

Setelah penentuan metode dan perancangan sistem telah selesai dikerjakan, maka penelitian akan dimulai pada tahap ini, yaitu proses *dehazing*. Data yang telah diambil, yaitu citra kawah Gunung Kelud yang berkabut akan dihilangkan kabutnya menggunakan metode *dark channel prior*.

Proses yang dilakukan adalah *hazy input image*, yang berarti memasukkan citra kawah Gunung Kelud yang berkabut. Kemudian proses *dark channeling* yaitu metode menggunakan *dark pixels*, yang dilanjutkan dengan *atmospheric light estimation* yang memilih intensitas maksimum dari 0,1 piksel terang di DCP. Selanjutnya adalah *transmission map estimation* yang mewakili jarak tak terbatas dari kedalaman tiap piksel, dan yang terakhir *scene radiance recovery* yang bertugas memulihkan cahaya citra tersebut. Berikut ini adalah alur proses yang dilakukan untuk menghilangkan kabut (Gambar 3.3)



**Gambar 3. 3** Alur Menghilangkan Kabut

## 1. Citra Masukan

Proses pertama yaitu mempersiapkan citra masukan yang akan diproses menggunakan metode dark channel prior. Citra masukandisini merupakan citra digital berupa citra berkabut. Citra berkabut disini dibedakan citra kabut tipis (Gambar 3.4), kabut sedang (Gambar 3.5), dan kabut tebal (Gambar 3.6) yang diperoleh dari PVMBGJawa Timur. Dalam proses ini, citra yang dimasukkan berupa citra tunggal.



**Gambar 3. 4Kawah Gunung Kelud Kabut Tipis**



**Gambar 3. 5Kawah Gunung Kelud Kabut Sedang**



**Gambar 3. 6Kawah Gunung Kelud Kabut Tebal**

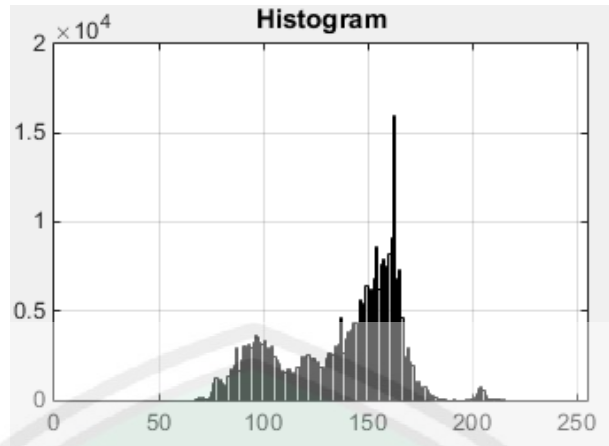
## 2. *Dark Channel Prior*

*Dark Channel Prior* atau DCP dikenalkan oleh Kaiming He, merupakan pendekatan baru yang digunakan untuk memecahkan masalah yang sulit yaitu menghapus kabut dari satu gambar tunggal yang diwakili oleh satu persamaan. DCP adalah metode menggunakan *dark pixels*, yaitu piksel-piksel yang memiliki intensitas sangat rendah yang disebut juga metode citra *grayscale*. *Dark pixels* sangat dipengaruhi oleh pencahayaan udara pada citra yang memiliki *noise* sehingga *dark pixels* dapat menghasilkan asumsi lapisan yang akurat (He, 2009). Pada Gambar 3.7 dapat dilihat perubahan dari masukan citra berkabut yang diubah menjadi *dark piksel*



**Gambar 3.7** *Dark Channeling*

Untuk melihat hasil histogram dari proses dark channeling secara visualisasi dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3. 8Histogram *Dark Channeling*



Setelah mengetahui citra hasil proses *dark channeling* dan hasil histogram secara visualisasi, maka akan diperjelas dengan *flowchart* untuk mengetahui algoritma dari proses *dark channeling* sehingga bisa menghasilnya citra *grayscale* dari citra RGB.

*Flowchart dark channeling* dapat dijelaskan sebagai berikut, proses pertama yang dilakukan adalah *dark channeling*, yaitu mengubah citra RGB dalam keadaan berkabut dengan menentukan jumlah kolom dan jumlah baris. Kemudian ditentukan ukuran matrik, dengan fungsi *zeros* citra berkabut akan menjadi bernilai nol matriknya. *Flowchart dark channeling* dapat dilihat pada gambar 3.9.



**Gambar 3. 9 Flowchart Dark Channeling**

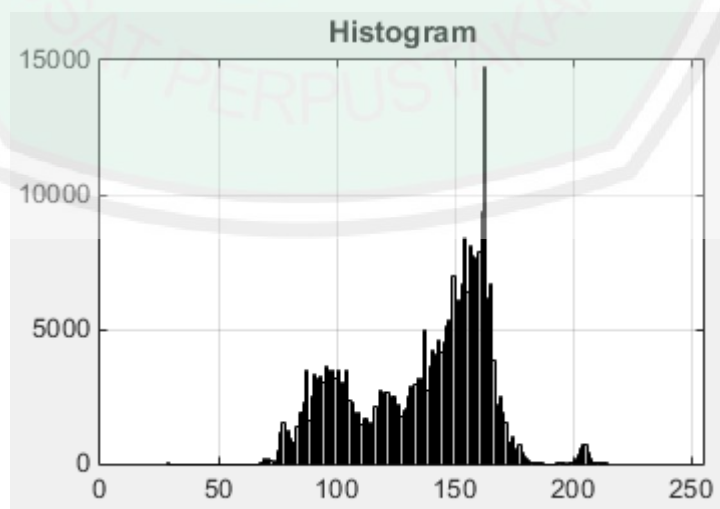
### 3. *Atmospheric Light Estimation*

Variasi *airlight* tergantung pada jarak antara objek dan penampil. *Airlight* diperkirakan dengan mengambil pixel dari gambar yang sesuai dengan 0,1% piksel terang di DCP, dan kemudian memilih satu dengan intensitas maksimum. Contoh gambar proses *atmospheric light estimation* dapat dilihat pada Gambar 3.10. (He, 2009).



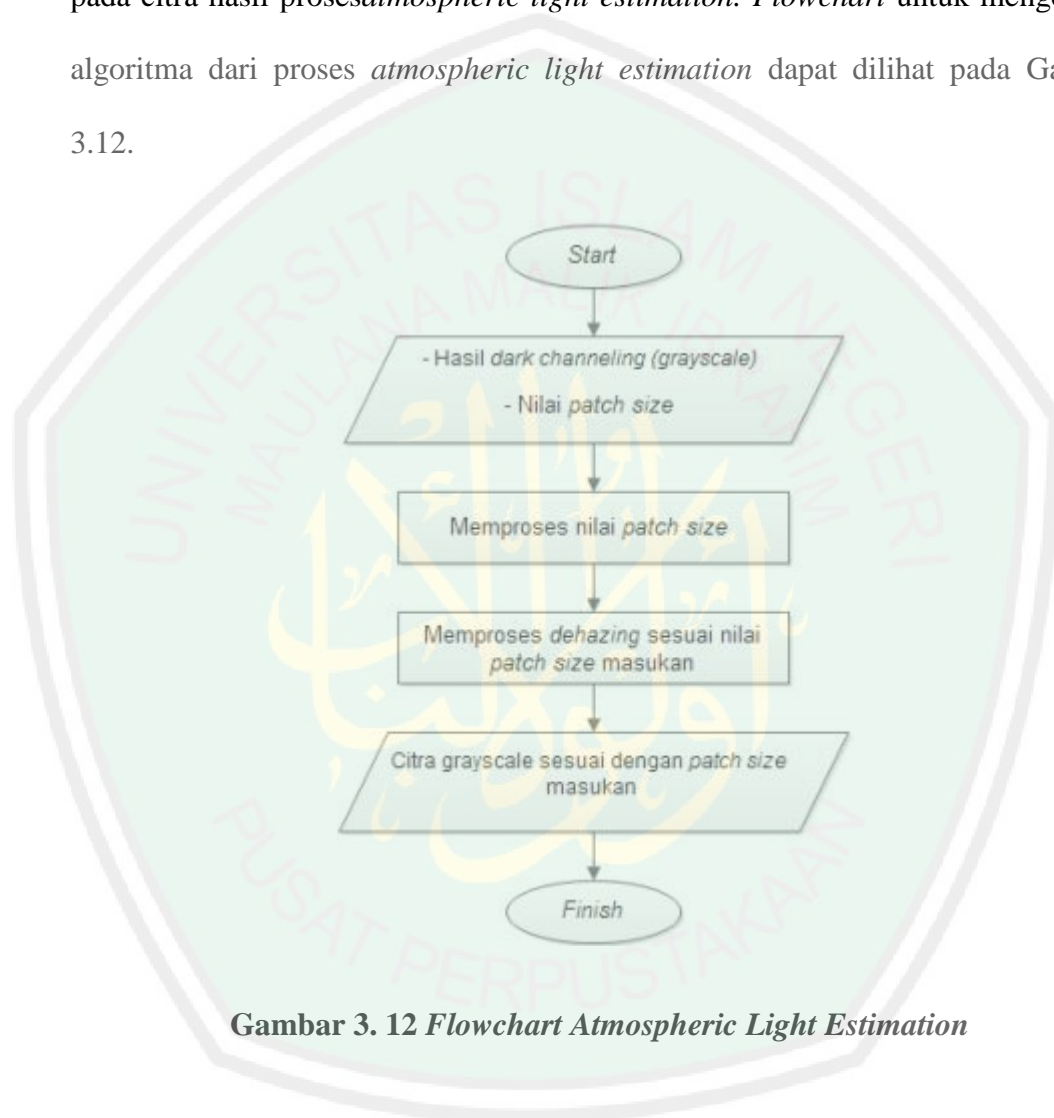
**Gambar 3. 10***Atmospheric Light Estimation*

Untuk melihat hasil histogram dari proses *atmospheric light estimation* secara visualisasi dapat dilihat pada Gambar 3.11.



**Gambar 3. 11***Histogram Atmospheric Light Estimation*

Sebelum proses *atmospheric light estimation* dijalankan, nilai *patch size* harus diinputkan karena proses *atmospheric light estimation* tidak dapat berjalan tanpa nilai *patch size*. Sehingga ukuran *patch size* yang diinputkan akan terlihat pada citra hasil proses *atmospheric light estimation*. *Flowchart* untuk mengetahui algoritma dari proses *atmospheric light estimation* dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3. 12 *Flowchart Atmospheric Light Estimation*

#### 4. *Transmission Map Estimation*

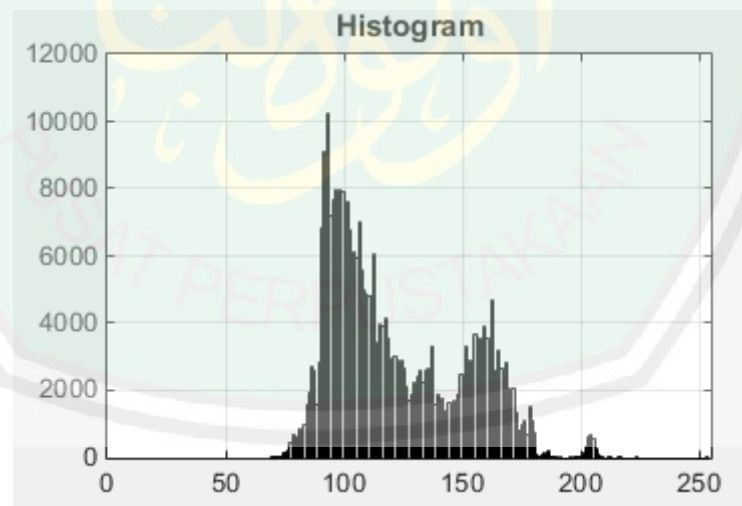
*Transmission Map Estimation* atau kedalaman estimasi yang mewakili jarak tak terbatas dari kedalaman setiap piksel dan mengungkapkan porsi *relative* cahaya yang berhasil bertahan antara pengamat & titik permukaan dalam adegan.

Selain itu, mengelola dan menangkap tepi citra yang terputus dengan baik, dan garis kontur objek. Contoh gambar proses *transmission map estimation* dapat dilihat pada Gambar 3.13. (He, 2009).



**Gambar 3.13** *Transmission Map Estimation*

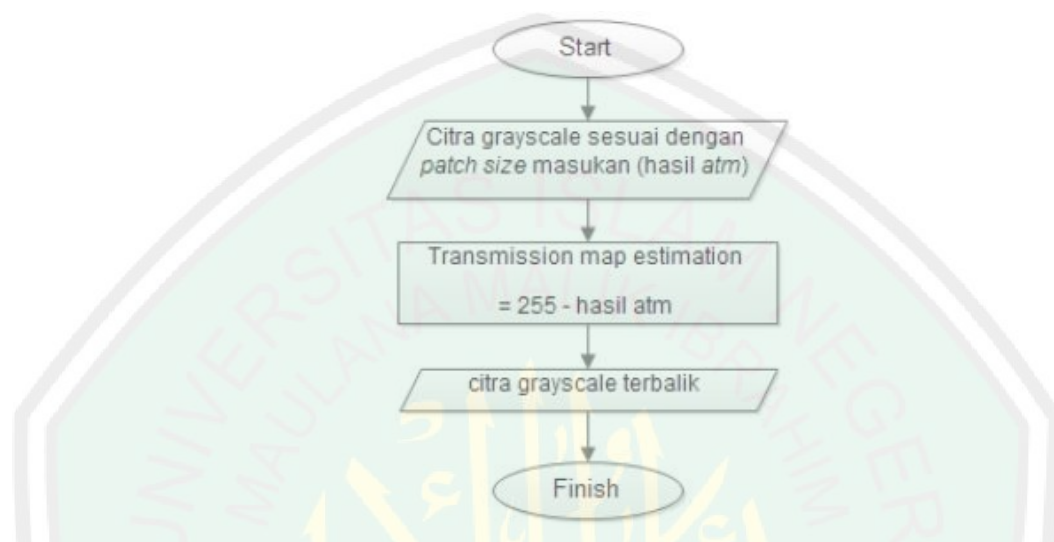
Untuk melihat hasil histogram dari proses *transmission map estimation* secara visualisasi dapat dilihat pada Gambar 3.14.



**Gambar 3.14** *Histogram Transmission Map Estimation*

Proses *transmission map estimation* memiliki hasil kebalikan dari proses *atmospheric light estimation*. Yang artinya dalam proses ini akan memiliki hasil

yang sama dengan *atmospheric light estimation*, hanya warna gelap menjadi terang, dan terang menjadi gelap, atau biasa disebut efek negatif, dan tetap berupa citra *grayscale*. Flowchart untuk mengetahui algoritma dari proses *transmission map estimation* dapat dilihat pada Gambar 3.15.



**Gambar 3.15** Flowchart Tranmission Map Estimation

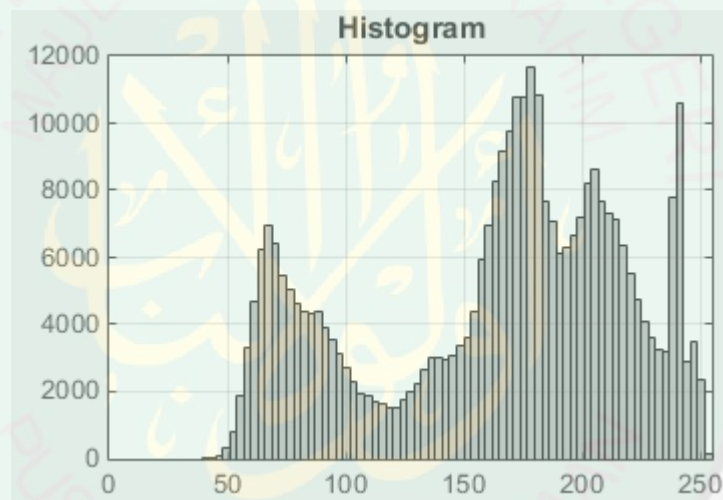
### 5. Scene Radiance Recovery

Setelah melewati proses *transmission map estimation*, selanjutnya adalah proses *scene radiance recovery* dengan dilakukan beberapa operasi yang dapat memulihkan adegan cahaya citra tersebut. Citra yang telah melewati tahap *transmission map estimation* akan diperbaiki terlebih dahulu kualitas pencahayaannya. Proses *scene radiance recovery* dapat dilihat pada Gambar 3.16.



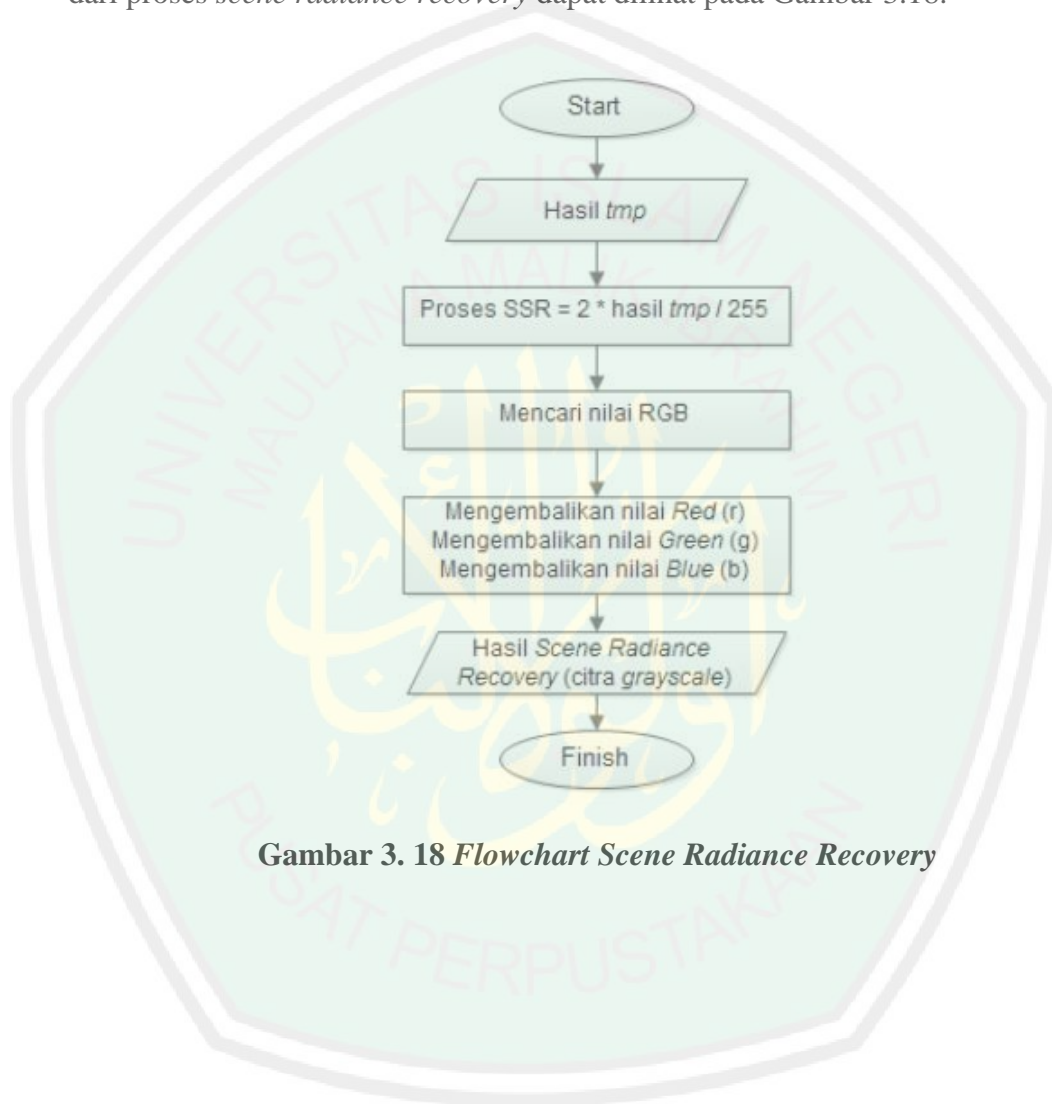
**Gambar 3. 16***Scene Radiance Recovery*

Untuk melihat hasil histogram dari proses *scene radiance recovery* secara visualisasi dapat dilihat pada Gambar 3.17



**Gambar 3. 17***Histogram Scene Radiance Recovery*

Proses *scene radiance recovery* merupakan tahap mengembalikan nilai rgb dari citra hasil proses dark channeling sampai transmission map estimation, berupa citra *grayscale* menjadi citra RGB. Flowchart untuk mengetahui algoritma dari proses *scene radiance recovery* dapat dilihat pada Gambar 3.18.



Gambar 3. 18 *Flowchart Scene Radiance Recovery*

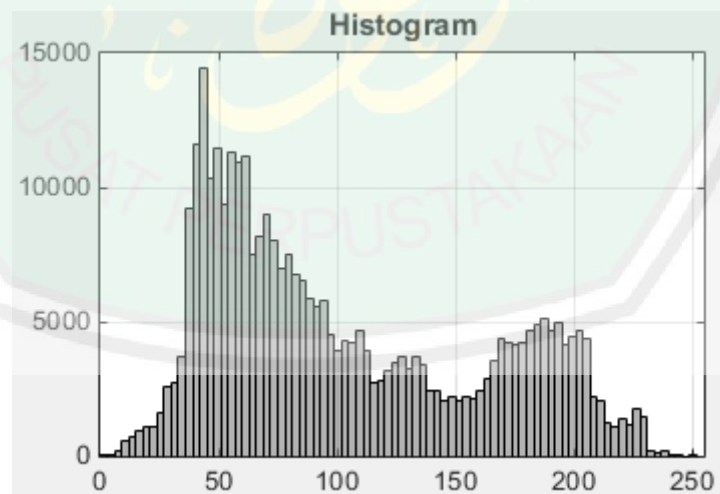
## 6. *GuidedFilter*

Pada proses *dark channel prior*, tahap setelah pembuatan *scene radiance recovery* adalah *soft matting*. Tetapi karena penelitian ini fungsi *soft matting* akan diganti dengan fungsi *guided filter*. Sehingga ada perkembangan dari penelitian sebelumnya.



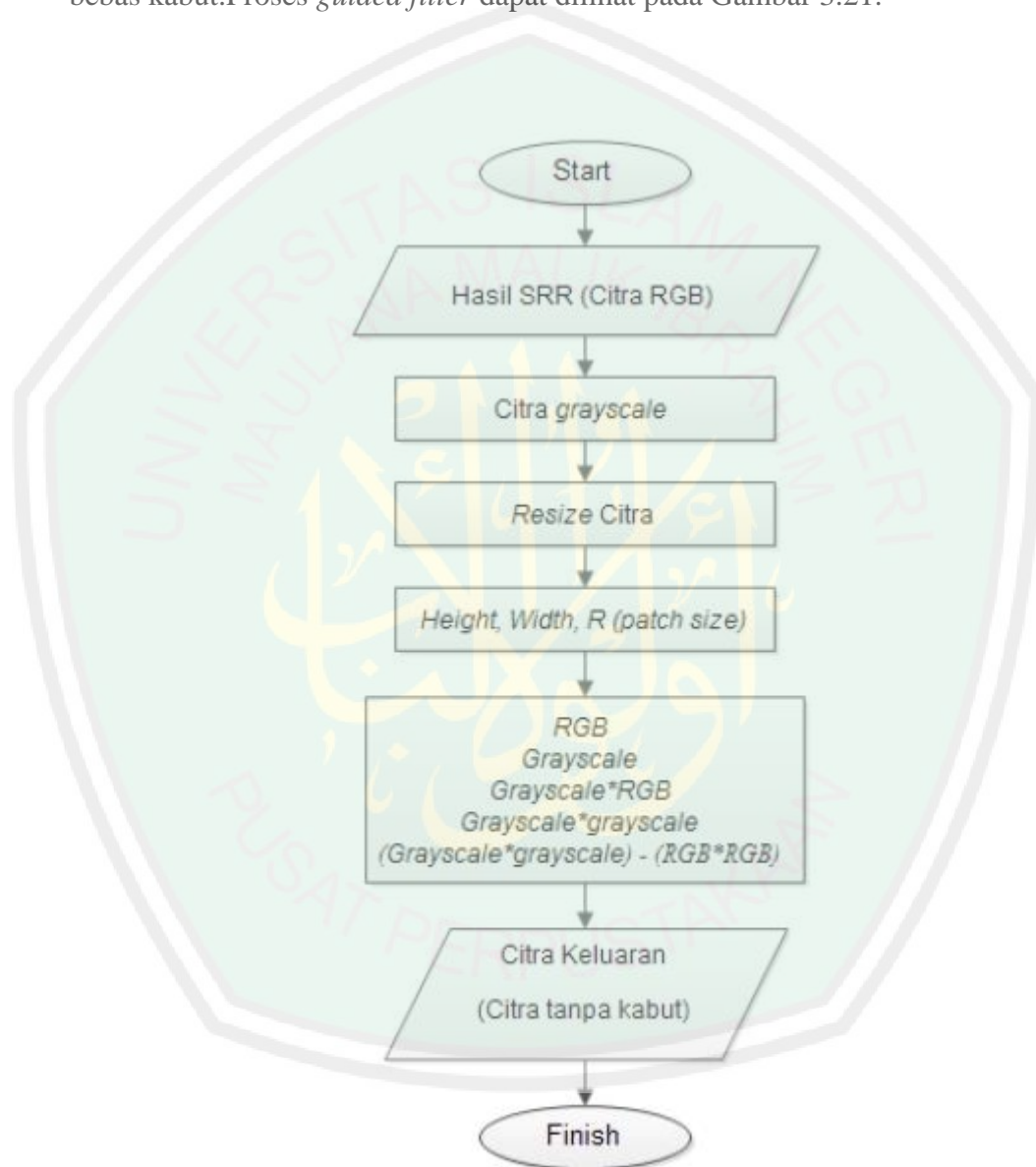
**Gambar 3. 19** Guided Filter

Untuk melihat hasil histogram dari proses *guided filter* secara visualisasi dapat dilihat pada Gambar 3.20.



**Gambar 3. 20** Histogram *Guided Filter*

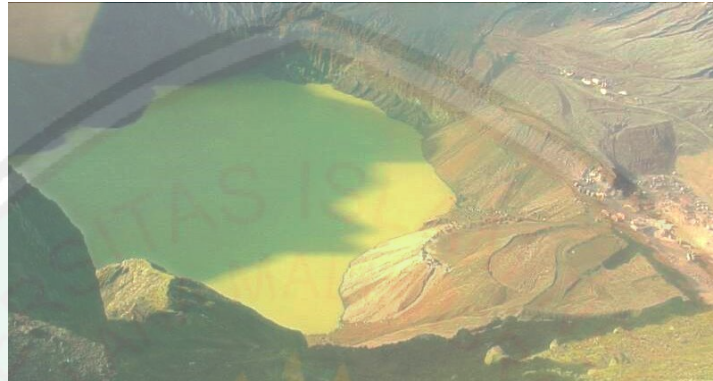
Proses *guided image filter* diolah menggunakan fungsi *boxfilter*, dimana ditentukan terlebih dahulu nilai RGB dan nilai *grayscale*. Selanjutnya dihitung nilai dari  $(grayscale * rgb)$  dan  $(grayscale * grayscale)$ , dilanjutkan dengan menghitung  $((grayscale * grayscale) - (grayscale * rgb))$  yang menghasilkan citra bebas kabut. Proses *guided filter* dapat dilihat pada Gambar 3.21.



Gambar 3. 21 *Flowchart Guided Filter*

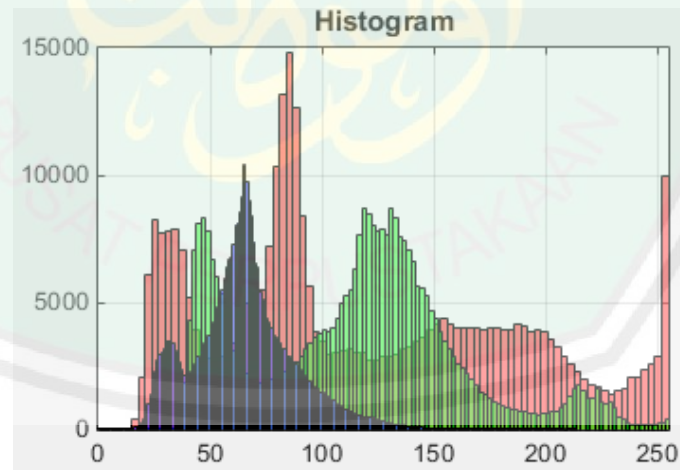
## 7. Citra Keluaran

Setelah melewati 5 proses tadi, maka akan menghasilkan citra keluaran berupa citra kawah Gunung Kelud yang bebas kabut. Dan proses pengawasan terhadap kawah gunung kelud tidak akan terganggu oleh *noise* (kabut). Citra keluaran dapat dilihat pada Gambar 3.22.



**Gambar 3. 22 Citra Keluaran**

Untuk melihat hasil histogram dari citra keluaran secara visualisasi dapat dilihat pada Gambar 3.23.



**Gambar 3. 23 Histogram Citra Keluaran**

### 3.1.4 Pengujian

Pengujian pada tahap ini menjelaskan bagaimana sistem akan berjalan dan dimaksudkan untuk memeriksa apakah suatu sistem yang dihasilkan sudah dapat dijalankan sesuai dengan standar tertentu. Pengujian sistem merupakan hal terpenting yang bertujuan untuk menemukan kesalahan-kesalahan atau kekurangan pada sistem yang diuji.

#### 1. Pengujian PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*)

*Peak Signal to Noise Ratio* merupakan perbandingan antara nilai maksimum dari sinyal yang diukur dengan besarnya *noise* yang berpengaruh pada sinyal tersebut. PSNR biasanya diukur dalam satuan decibel (db). Pada PSNR, dua buah citra dikatakan memiliki tingkat kemiripan yang rendah jika nilai PSNR di bawah 30 dB. Sebelum mengetahui nilai PSNR, terlebih dahulu harus ditentukan nilai MSE (*Mean Square Error*). *Mean square error* merupakan rata-rata kuadrat nilai kesalahan atau nilai *error* antara citra asli dengan citra hasil kompresi atau citra hasil manipulasi. Semakin rendah nilai MSE hasil pengolahan citra, maka proses rekonstruksi berjalan dengan sangat baik. *Flowchart* untuk mengetahui algoritma dari proses pengujian menggunakan parameter *peak signal to noise ratio* dapat dilihat pada Gambar 3.24.



**Gambar 3. 24** Flowchart Pengujian PSNR

## 2. Pengujian dengan FADE (*Fog Aware Density Evaluation*)

Model prediksi persepsi kepadatan kabut (*Fog Density*) dan algoritma gambar persepsi *defogging* yang dapat membantu mengukur tingkat keaburan dalam sebuah citra serta membantu dalam meningkatkan visibilitas gambar berkabut. Prediksi didasarkan pada algoritma data yang berasal dengan membandingkan gambar berkabut dan citra bebas kabut untuk mengukur ketidakberesan secara statistik (Choi *et al*, 2015). *Fog Aware Density Evaluation* dapat memprediksi visibilitas pada objek yang bersifat *referenceless*, artinya tidak menggunakan suatu citra sebagai acuan untuk pengukuran tingkat kepadatan kabut.

Pada proses pengujian akan terlihat nilai visibilitas dari suatu citra berkabut sebelum dan sesudah melalui proses *dehazing*. Nilai dari citra masukan dan citra setelah proses *dehazing* akan terlihat. Proses ini akan dilakukan dengan

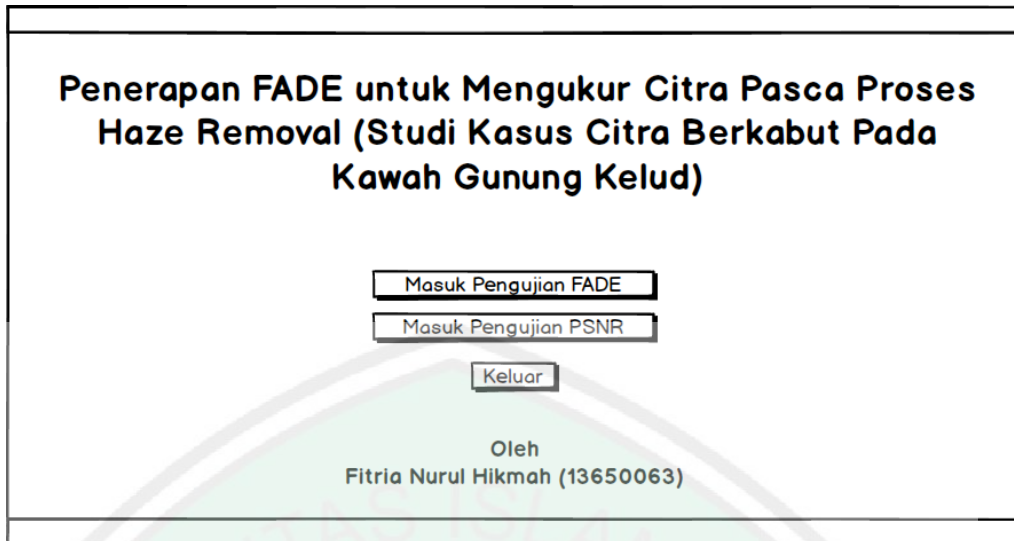
parameter *fog density* yang merupakan algoritma untuk mengukur tingkat kepadatan kabut pada suatu citra. Kelebihan dari *fog density* adalah tidak perlunya suatu citra acuan untuk pengukuran tingkat kepadatan kabut.

### 3.2 Desain GUI (Graphical User Interface)

Desain GUI atau *interface* diperlukan dalam penelitian ini untuk mempermudah penggunaan aplikasi dalam melakukan proses *dehazing*. Berikut ini adalah desain yang digunakan dalam menghapus kabut:

1. Menu Utama

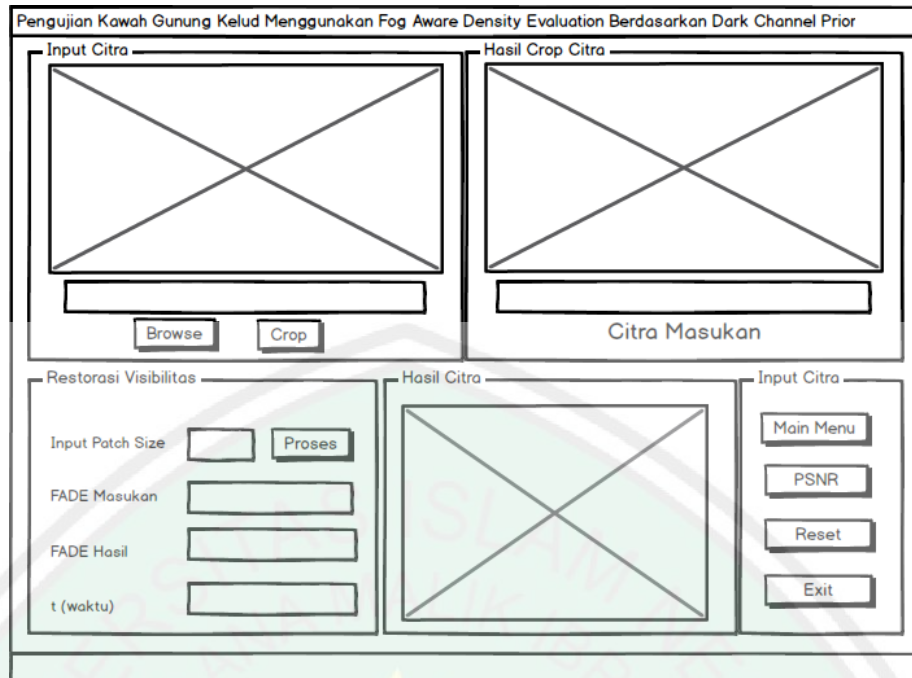
Menu utama merupakan tampilan awal yang akan dibuka oleh pengguna. Pada menu ini menampilkan judul dari sistem dan terdapat dua tombol yang dapat dipilih yaitu masuk dan keluar. Tombol pertama, yaitu masuk digunakan untuk mengantarkan pengguna ke menu proses restorasi visibilitas. Tombol kedua, yaitu keluar yang digunakan untuk menutup halaman menu utama. Berikut ini adalah *desain* tampilan menu utama (Gambar 3.25).



Gambar 3. 25Desain Tampilan Menu Utama

## 2. Halaman Pengujian FADE

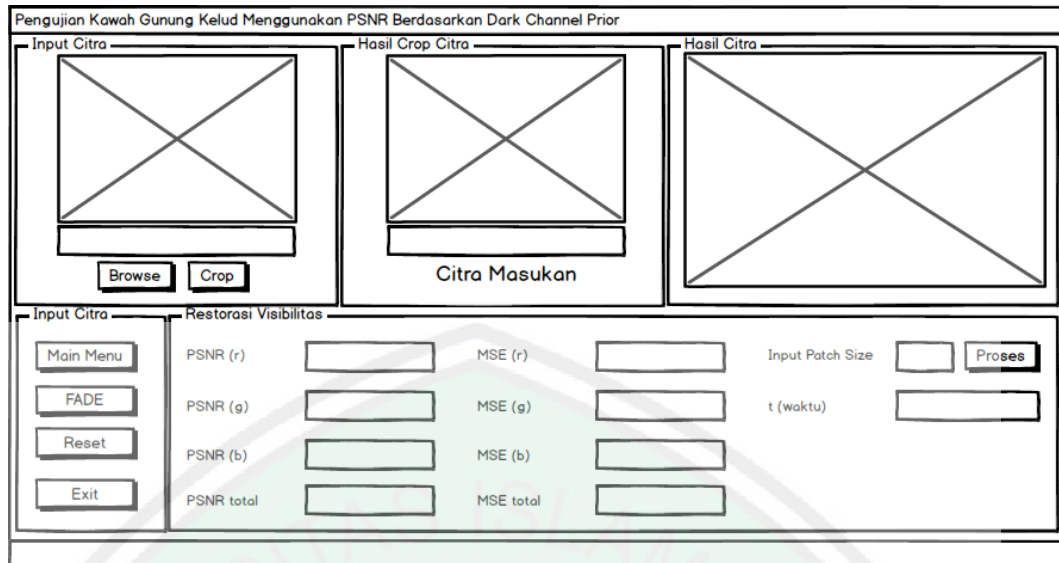
Pada halaman ini, pengguna dapat memulai proses menghilangkan kabut menggunakan *dark channel prior*. Proses dimulai dengan memasukkan citra kawah Gunung Kelud yang berkabut. Disedikan pula proses *crop* atau memotong citra sesuai dengan keinginan pengguna. Kemudian pengguna dapat memasukkan nilai *patch size* yang ingin dicoba yang dilanjutkan proses menghitung nilai restorasi visibilitas pada kawah Gunung Kelud menggunakan *fog aware density evaluation* dengan memasukkan nilai *patch size* terlebih dahulu, dilanjutkan menekan tombol proses. Setelah proses dilakukan, pengguna akan mendapatkan nilai dari *fog aware density evaluation* citra masukan dan citra keluaran. Selain itu, pengguna juga dapat mengetahui waktu lamanya proses yang diperlukan sistem dalam satuan detik. Berikut ini adalah *desain* tampilan menu hasil pengujian FADE (Gambar 3.26).



**Gambar 3. 26** Desain Tampilan Menu Pengujian FADE

### 3. Halaman Pengujian PSNR

Selanjutnya, pengujian juga dilakukan menggunakan parameter PSNR. Proses dimulai dengan memasukkan citra Kawah Gunung Kelud yang berkabut. Disediakan pula proses *crop* atau memotong citra sesuai dengan keinginan pengguna. Kemudian pengguna dapat memasukkan nilai *patch size* yang ingin dicoba dan dilanjutkan proses menghilangkan kabut akan dimulai dengan metode *dark channel prior*. Selain itu, pengguna juga dapat mengetahui waktu lamanya proses yang diperlukan sistem dalam satuan detik. Berikut ini adalah *desain* tampilan menu hasil pengujian PSNR (Gambar 3.27).



Gambar 3. 27 Desain Tampilan Menu Pengujian PSNR

### 3.3 Implementasi GUI

Untuk mempermudah penggunaan sistem oleh user, *graphical user interface* sangat diperlukan sehingga pengguna dapat menggunakan sistem dengan mudah atau *user friendly*, dan user tidak kesulitan untuk menggunakan sistem penghilang kabut yang telah dibuat. Berikut ini, ada 2 implementasi yaitu implementasi GUI pada menu utama dan implementasi GUI pada proses restorasi visibilitas:

#### 1. Implementasi GUI Pada Menu Utama

Sebelum masuk pada lembar kerja utama, terlebih dahulu akan masuk ke halaman menu utama sebagai *introduction*. Halaman menu utama memiliki 3 *button*, yaitu mulai FADE, mulai PSNR dan keluar. *Button* mulai FADE berfungsi untuk mengantarkan pada lembar kerja utama, yaitu implementasi GUI pada penerapan FADE untuk mengukur citra pasca proses *haze removal* (studi kasus citra berkabut pada kawah Gunung

Kelud). Selanjutnya *button* mulai PSNR digunakan untuk masuk ke pengujian *haze removal* menggunakan parameter PSNR. Sedangkan yang terakhir, yaitu *button* keluar berfungsi untuk keluar dari lembar kerja menu utama. Implementasi GUI menu utama dapat dilihat pada Gambar 3.28.

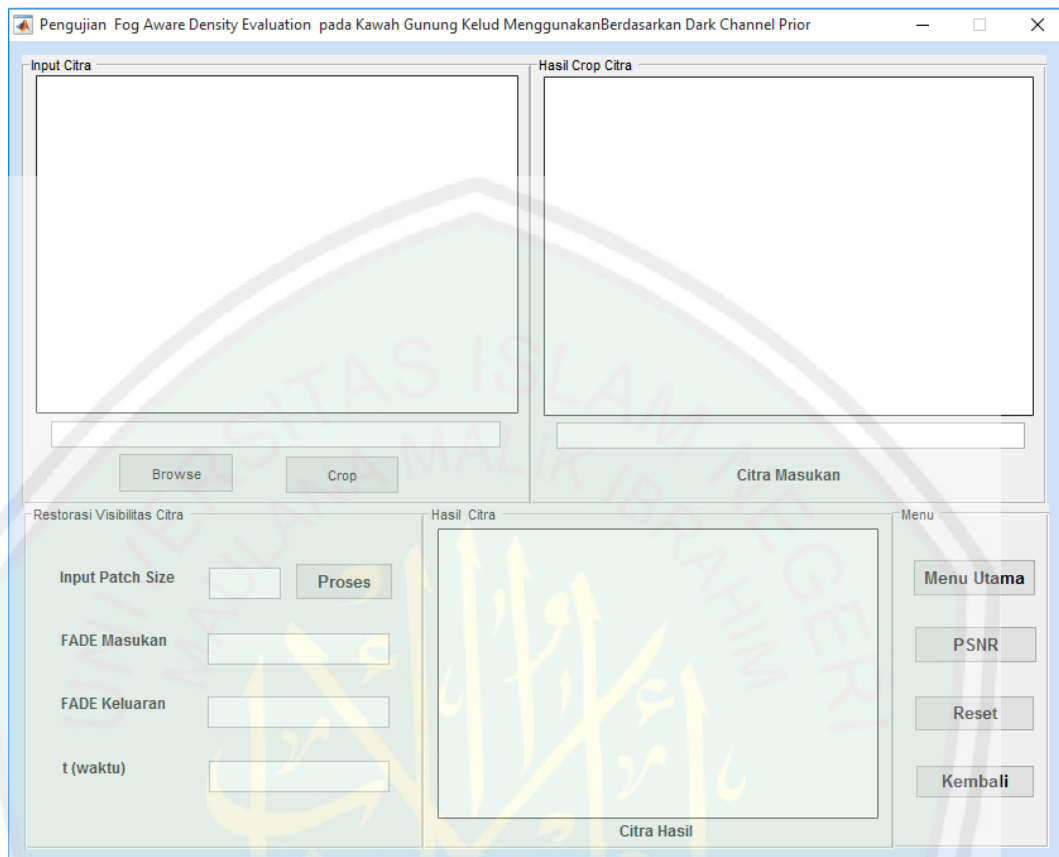


**Gambar 3. 28**Implementasi GUI Menu Utama

## 2. Implementasi GUI Pada Proses Pengujian FADE

Halaman atau lembar kerja pokok dari sistem ini terletak pada implementasi GUI pada proses pengujian. Pada halaman ini terdapat 2 axes pokok, yaitu yang pertama adalah axes input citra untuk menampilkan citra masukan yaitu citra berkabut. Terdapat 3 jenis citra berkabut yang dapat dimasukkan, yaitu citra berkabut tipis, sedang, dan tebal. Kedua, merupakan axes hasil dari proses *crop* citra yaitu citra masukan yang telah melalui tahap *cropping* atau potong dan siap untuk diproses menggunakan *fog aware density evaluation* berdasarkan *dark*

*channel prior*. Implementasi GUI menu utama dapat dilihat pada Gambar 3.29.



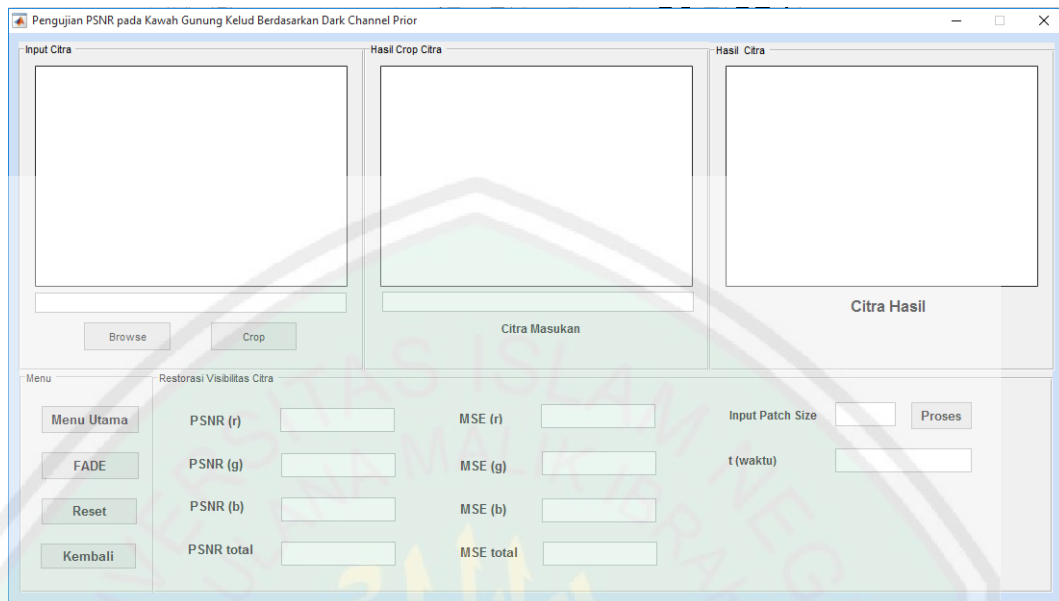
**Gambar 3. 29**Implementasi GUI Menu Hasil Pengujian FADE

### 3. Implementasi GUI Pada Proses Pengujian PSNR

Halaman atau lembar kerja pokok dari sistem ini terletak pada implementasi GUI pada proses pengujian. Pada halaman ini terdapat 2 axes pokok, yaitu yang pertama adalah axes input citra untuk menampilkan citra masukan yaitu citra berkabut. Terdapat 3 jenis citra berkabut yang dapat dimasukkan, yaitu citra berkabut tipis, sedang, dan tebal. Kedua, merupakan axes hasil dari proses *crop* citra yaitu citra masukan yang telah melalui tahap *cropping* atau potong dan siap untuk

diproses menggunakan metode *dark channel priordan* parameter PSNR.

Implementasi GUI menu utama dapat dilihat pada Gambar 3.30.



**Gambar 3. 30**Implementasi GUI Menu Hasil Pengujian PSNR

## BAB IV

### UJI COBA DAN PEMBAHASAN

Pada sebuah penelitian diperlukan tahap uji coba untuk mengetahui keberhasilan dari sistem yang telah dibuat. Dalam penelitian ini dilakukan dengan metode *dark channel prior* dan dilanjutkan dengan proses pengujian menggunakan *fog aware density evaluation* dan *peak signal to noise ratio*, sehingga dapat diketahui nilai dari citra sebelum proses menghilangkan kabut dan citra setelah proses menghilangkan kabut. Waktu untuk proses komputasi juga diikutsertakan untuk mengetahui metode yang lebih efisien untuk diterapkan pada sistem. Selain itu, sebelum memulai proses menghilangkan kabut, terdapat proses *crop* yang berfungsi untuk mempermudah bagian citra masukan yang akan diolah dengan membuang bagian citra yang tidak berguna atau mengganggu.

#### 4.1 Pre-Processing

Proses *Pre-processing* merupakan tahapan awal atau pertama yang diperlukan sebelum citra kawah Gunung Kelud memulai proses tahapan utama dari metode *dark channel prior*. Berikut ini adalah tahapan *pre-processing* yang dilakukan pada penelitian ini

##### 4.1.1 Citra Masukan

Citra masukan dibawah ini merupakan citra kawah Gunung Kelud yang memiliki kabut tipis. Citra ini merupakan citra asli yang masih memiliki

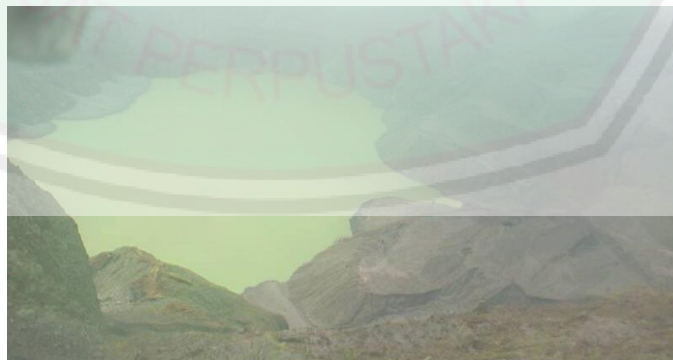
keterangan CCTV kawah milik PVMBG yang diambil pada 16 Oktober 2017 yang diambil oleh penulis. Berikut ini adalah tampilan citra masukan (Gambar 4.1).



**Gambar 4. 1**Tampilan Citra Masukan

#### 4.1.2 Penghapusan Label Citra

Citra masukan berupa citra kawah Gunung Kelud yang memiliki kabut tipis dipotong atau *crop* bagian yang tidak dibutuhkan. Bagian tidak dibutuhkan yang dimaksud pada citra ini adalah keterangan pada citra kawah Gunung Kelud yang menampilkan keterangan CCTV kawah milik Badan Geologi yang diambil pada 10 Mei 2016 pukul 10.33.08 WIB. Untuk lebih jelas tentang proses *crop* secara visualisasi dapat dilihat pada Gambar 4.2.



**Gambar 4. 2**Tampilan Citra Hasil *Crop*



### 4.1.3 Pengelompokan Citra

Pengelompokan citra merupakan tahap pembagian citra kawah Gunung Kelud yang dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu citra berkabut tipis, berkabut sedang, dan berkabut tebal.

#### 1. Citra Berkabut Tipis

Pada Tabel 4.1 memperlihatkan visualisasi citra masukan dan citra keluaran dari hasil metode *dark channel prior* yang terdapat pada citra kawah Gunung Kelud ketika berkabut tipis, dan direkam menggunakan kamera CCTV (*Close Circuit Television*) milik PVMBG (Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Geologi) Jawa Timur.

**Tabel 4. 1 Percobaan pada Citra Berkabut Tipis**

Citra Masukan	
Citra Keluaran	

#### 2. Citra Berkabut Sedang

Berikut pada Tabel 4.2 memperlihatkan visualisasi citra masukan dan citra keluaran dari hasil metode *dark channel prior* yang terdapat pada citra kawah Gunung Kelud ketika berkabut sedang.

**Tabel 4. 2 Percobaan pada Citra Berkabut Sedang**

Citra Masukan	
Citra Keluaran	

### 3. Citra Berkabut Tebal

Selanjutnya pada Tabel 4.3 memperlihatkan visualisasi citra masukan dan citra keluaran dari hasil metode *dark channel prior* yang terdapat pada citra kawah Gunung Kelud ketika berkabut tebal.

**Tabel 4. 3 Percobaan pada Citra Berkabut Tebal**

Citra Masukan	
---------------	--

Citra Keluaran	
-------------------	--

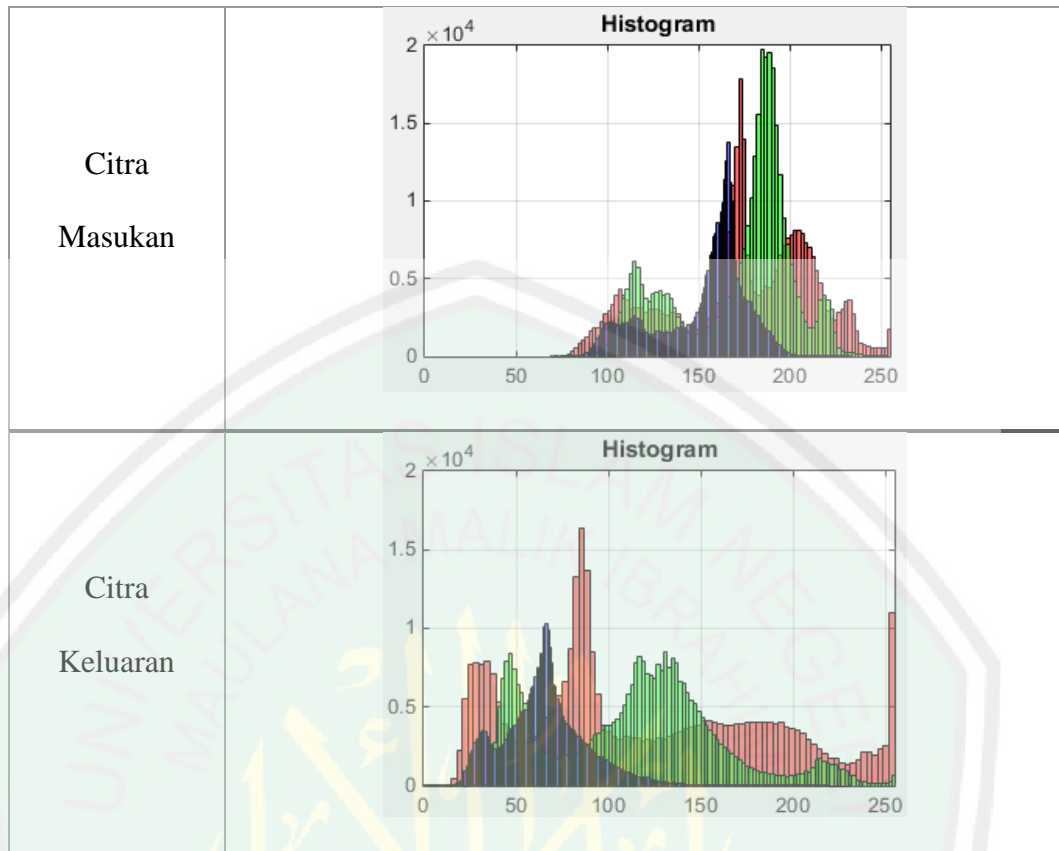
#### 4.1.4 Histogram Citra

Histogram citra memperlihatkan hasil perbandingan histogram citra masukan dan citra keluaran pada kawah Gunung Kelud yang dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu citra berkabut tipis, berkabut sedang, dan berkabut tebal.

##### 1. Citra Berkabut Tipis

Pada Tabel 4.4 memperlihatkan histogram citra masukan dan citra keluaran dari hasil metode *dark channel prior* yang terdapat pada citra kawah Gunung Kelud ketika berkabut tipis, dan direkam menggunakan kamera CCTV (*Close Circuit Television*) milik PVMBG (Pusat Vulkanologi dan Mitigasi Geologi) Jawa Timur pada tanggal 10 Mei 2016 pukul 06.58 WIB. Data citra kawah Gunung Kelud diambil oleh penulis.

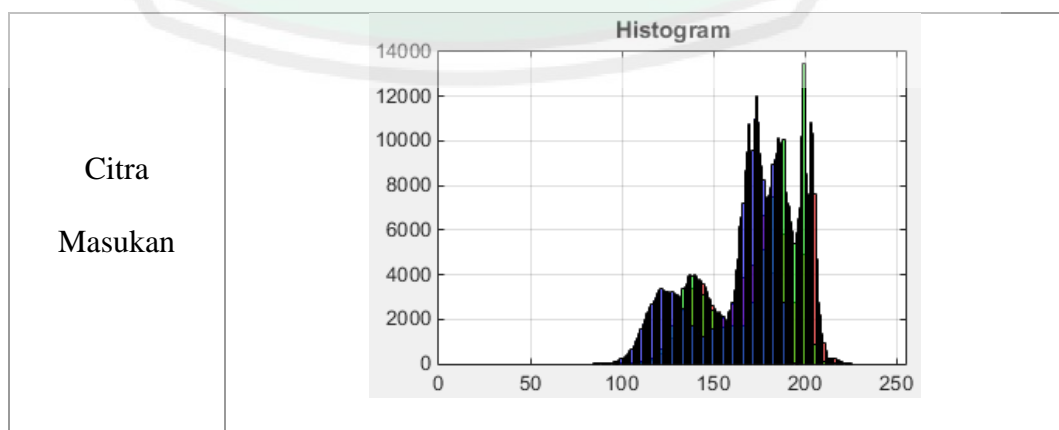
Tabel 4. 4 Histogram pada Citra Berkabut Tapis

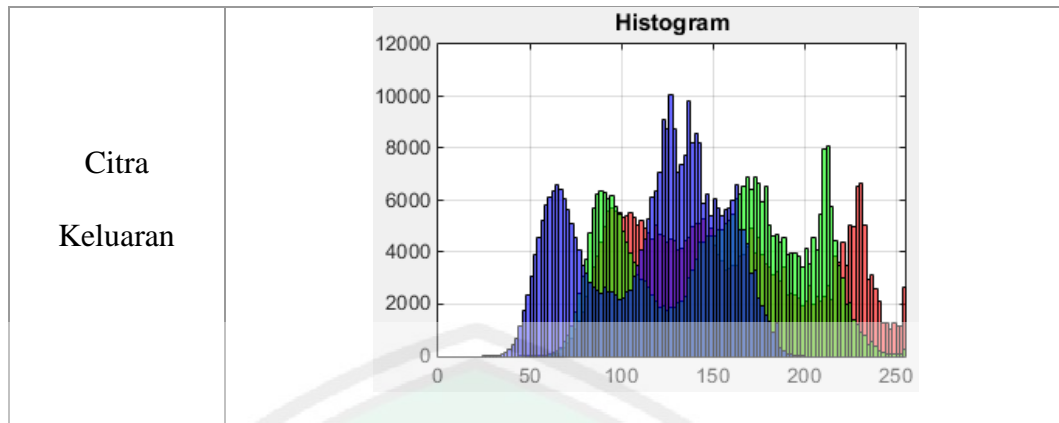


## 2. Citra Berkabut Sedang

Berikut pada Tabel 4.5 memperlihatkan visualisasi citra masukan dan citra keluaran dari hasil metode *dark channel prior* yang terdapat pada citra kawah Gunung Kelud ketika berkabut sedang.

Tabel 4. 5 Histogram pada Citra Berkabut Sedang

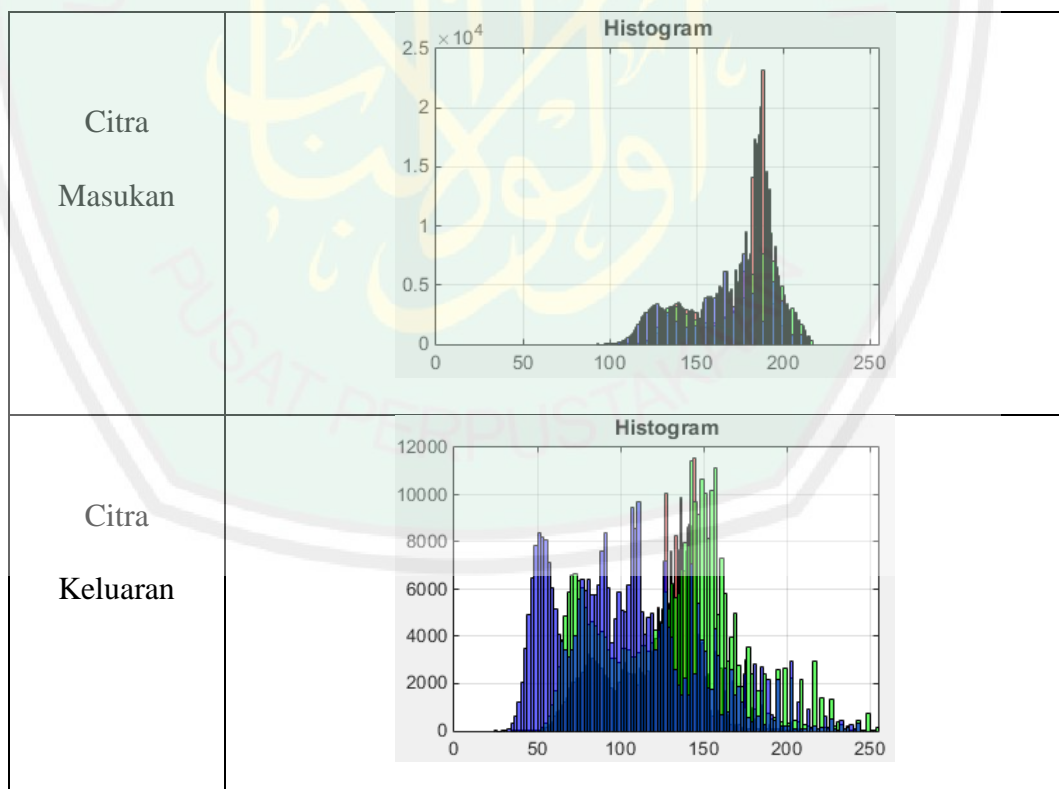




### 3. Citra Berkabut Tebal

Selanjutnya pada Tabel 4.6 memperlihatkan visualisasi citra masukan dan citra keluaran dari hasil metode *dark channel prior* yang terdapat pada citra kawah Gunung Kelud ketika berkabut tebal.

**Tabel 4. 6 Histogram pada Citra Berkabut Tebal**



## 4.2 Dehazing

Pada sebuah sistem perlu untuk diketahui hasil kerja dari sistem tersebut. Dalam penelitian ini, akan menjelaskan hasil kerja sistem untuk menghilangkan kabut pada citra kawah Gunung Kelud secara visualisasi, berikut akan ditampilkan hasil *dark channel prior* untuk menghilangkan kabut pada citra kawah Gunung Kelud secara visualisasi.

### 4.2.1 Citra Masukan

Pada tahap pertama memasuki proses *dehazing* yaitu *hazy image input*, yaitu citra masukan yang telah melalui tahap awal *pre-processing crop* atau telah dibuang bagian yang tidak diperlukan sehingga proses *dehazing* pada citra kawah Gunung Kelud berjalan dengan efektif. Berikut ini adalah tampilan dari citra yang telah siap melewati tahap *dehazing* (Gambar 4.3)



Gambar 4. 3Tampilan *Hazy Image Input*

### 4.2.2 Dark Channeling

Pada proses *dark channeling* merupakan tahap awal yang dilakukan dan merupakan inti dari metode *dark channel prior*. Tahap ini juga biasa disebut tahap pembuatan *dark channel*, yaitu warna yang memiliki intensitas paling rendah dari

3 warna RGB (*red, green, blue*) akan diambil intensitasnya sehingga secara visualisasi, citra rgb akan berubah menjadi citra *grayscale*. Untuk lebih jelas tentang proses *dark channeling* secara visualisasi dapat dilihat pada gambar gambar 4.4.



**Gambar 4. 4**Tampilan Citra *Dark Channeling*

Berikut ini merupakan implementasi *source code* dari proses awal, yaitu *dark channeling*. Pada tahap pertama ini, akan dicari nilai minimum dari 3 lapisan warna yaitu RGB (*red, green, blue*), yang kemudian akan diubah menjadi citra *grayscale* (Gambar 4.5).

```

%% Tahap 1

ukuran=size(citra);

w=ukuran(2);

h=ukuran(1);

dc = zeros(h,w);

for y=1:h

for x=1:w

    dc(y,x) = min(citra(y,x,:));

end

end

```

**Gambar 4. 5** *Source Code Dark Channeling*

#### 4.2.3 *Atmospheric Light Estimation*

*Atmospheric Light Estimation* merupakan tahap kedua setelah proses awal yaitu *dark channeling*. Pada tahap ini, nilai patch size dibutuhkan untuk menentukan tahap selanjutnya. Nilai akhir berupa parameter *fog aware density evaluation* sangat ditentukan pada tahap ini, dapat dilihat pada Gambar 4.6.



**Gambar 4. 6**Tampilan *Atmospheric Light Estimation*

Tahap selanjutnya, yaitu *atmospheric light estimation* yang merupakan tahap kedua setelah proses *dark channeling* dimana nilai *patch size* yang diinputkan akan berpengaruh pada tahap ini. *Airlight* diperkirakan dengan mengambil piksel dari gambar yang sesuai dengan 0,1% piksel terang di DCP, yang dilanjutkan memilih satu dengan intensitas maksimum (Gambar 4.7).

```
%% Tahap 2
ale = str2num(get(handles.r, 'String'));
dc2 = minfilt2(dc, [ale,ale]);

dc2(h,w)=0;
```

**Gambar 4. 7**Source Code *Atmospheric Light Estimation*

#### 4.2.4 *Transmission Map Estimation*

*Transmission Map Estimation* merupakan tahap untuk mentransmisi kondisi citra setelah melalui tahap *atmospheric light estimation* dan telah diinputkan nilai *patch size* dari citra masukan. Secara visualisasi, citra pada tahap ini merupakan citra *grayscale*. Tetapi memiliki nilai yang sangat kontras dari

tahap *atmospheric light estimation*. Untuk lebih jelas tentang proses *transmission map estimation* dapat dilihat pada gambar gambar 4.8.



**Gambar 4. 8** Tampilan *Transmission Map Estimation*

Tahap ketiga yaitu *transmission map estimation* atau kedalaman estimasi yang mewakili jarak tak terbatas dari kedalaman setiap piksel. Citra hasil dari tahap ini memiliki warna yang berlawanan dengan tahap *atmospheric light estimation* (Gambar 4.9).

```
%% Tahap 3
tme = 255 - dc2;
```

**Gambar 4. 9** Source Code *Tansmission Map Estimation*

#### 4.2.5 Scene Radiance Recovery

*Scene Radiance Recovery* merupakan tahap ke 4 pada sistem *dehazing* ini. Pada tahap ini, citra masukan yang telah melalui 3 tahap yaitu *dark channeling*, *atmospheric light estimation*, dan *transmission estimation*. Kemudian, citra masukan akan dikembalikan lagi nilai rgb nya. Sehingga secara visualisasi, citra *grayscale* akan berubah menjadi citra rgb dan dapat dilihat pada Gambar 4.10.



**Gambar 4. 10**Tampilan *Scene Radiance Recovery*

Tahap keempat yaitu *scene radiance recovery* yang bertugas untuk memperbaiki kualitas pencahayaan hasil dari tahap *transmission map estimation*.

Berikut ini adalah *source code* dari tahap *scene radiance recovery* (Gambar 4.11).

```

%% Tahap 4
srr =double(tme)/255;

srr2 = sum(sum(srr))/(h*w)

A = min([minAtomsLight, max(max(dc2))])

B = zeros(h,w,3);

img_srr = double(citra);

B(:,:,1) = (img_srr(:,:,1) - (1-srr)*A)./srr;
B(:,:,2) = (img_srr(:,:,2) - (1-srr)*A)./srr;
B(:,:,3) = (img_srr(:,:,3) - (1-srr)*A)./srr;

```

**Gambar 4. 11** *Source Code Scene Radiance Recovery*

#### 4.2.6 *Guided Filter*

Pada metode *dark channel prior*, proses setelah *scene radiance recovery* adalah fungsi *soft matting*. Tetapi pada penelitian ini fungsi *soft matting* diganti dengan metode *guided filter* supaya memiliki efek *smoothing* yang lebih baik, dan dapat dilihat pada Gambar 4.12.



**Gambar 4. 12** Tampilan *Guided Filter*

Proses *guided filter* seperti pada gambar 4.12 dapat berhasil apabila kode yang diinputkan pada matlab sesuai dengan teori yang telah ditulis oleh Kaiming He (2013). Untuk mengetahui hasil *coding* dari proses *guided filter* dapat dilihat pada gambar 4.13.

```

%% Tahap 5
function gf = guidedfilter(I, p, r, eps)

[hei, wid] = size(I);
N = boxfilter(ones(hei, wid), r);
mean_I = boxfilter(I, r) ./ N;
mean_p = boxfilter(p, r) ./ N;
mean_Ip = boxfilter(I.*p, r) ./ N;
cov_Ip = mean_Ip - mean_I .* mean_p;

mean_II = boxfilter(I.*I, r) ./ N;
var_I = mean_II - mean_I .* mean_I;

a = cov_Ip ./ (var_I + eps);
b = mean_p - a .* mean_I;

mean_a = boxfilter(a, r) ./ N;
mean_b = boxfilter(b, r) ./ N;

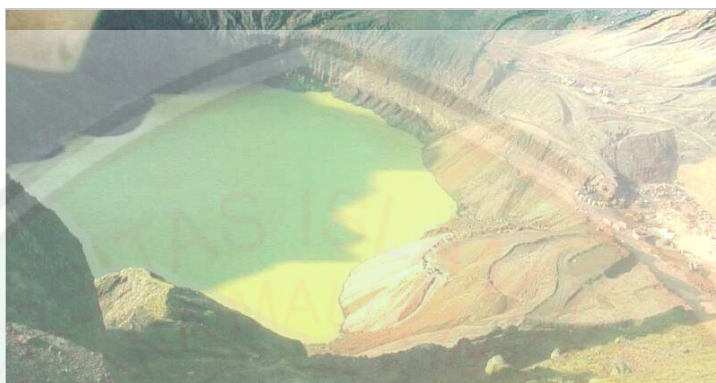
gf = mean_a .* I + mean_b;
end

```

**Gambar 4. 13***Guided Filter*

#### 4.2.7 Citra Keluaran

Setelah melewati proses *dehazing* menggunakan metode *dark channel prior* dan *guided filter*, maka dihasilkan citra keluaran, yaitu citra yang telah terbebas dari efek kabut. Dan dapat dilihat pada Gambar 4.14.



Gambar 4. 14 Tampilan Citra Keluaran

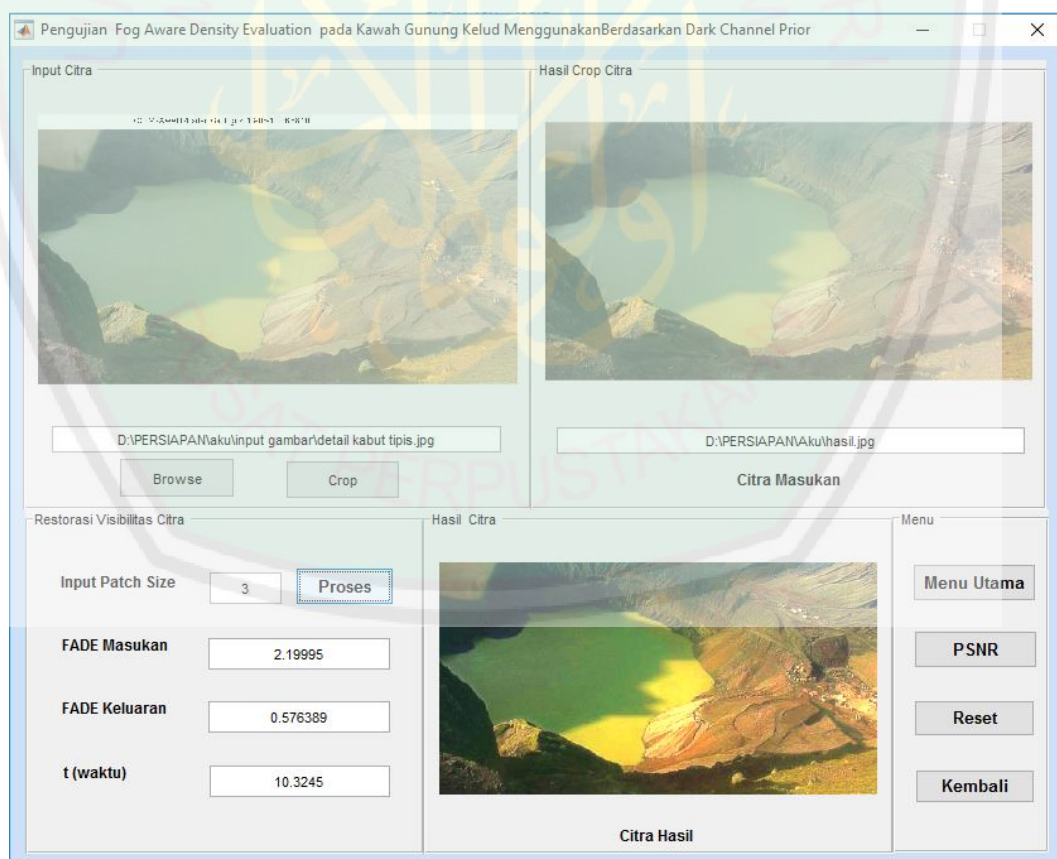
#### 4.3 Tampilan Sistem Penghilang Kabut

Bahasa pemrograman yang digunakan untuk membuat sistem menghilangkan kabut pada kawah Gunung Kelud berdasarkan *dark channel prior* adalah bahasa pemrograman matlab. Sebagai perbandingan untuk melihat ketebalan kabut pada citra telah berkurang, dilakukan proses pengujian dengan *fog aware density evaluation* atau evaluasi kepadatan kabut sehingga dapat diketahui nilai citra sebelum dan nilai citra setelah kabut dihilangkan menggunakan *dark channel prior*. Proses *fog aware density evaluation* merupakan algoritma untuk mengukur tingkat kepadatan kabut pada suatu citra. Semakin rendah nilai dari *fog aware density evaluation*, maka kabut yang terdapat pada citra semakin tipis. Jadi, Semakin rendah nilai *fog aware density evaluation* maka semakin tinggi kehandalan suatu metode dalam menangani *noise*, yang dimaksud *noise* disini adalah kabut pada citra kawah Gunung Kelud. Selain itu, digunakan pula PSNR

(*Peak Signal to Noise Ratio*) untuk perbandingan kualitas citra asli sebelum proses *dehazing* dan sesudah proses *dehazing*.

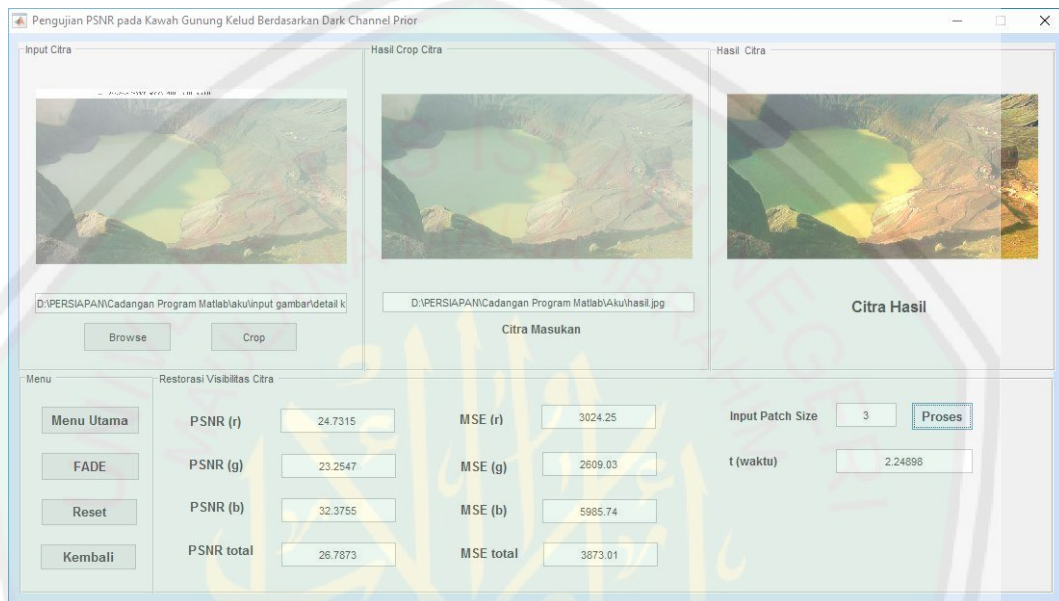
#### 4.3.1 *Dark Channel Prior* Untuk Citra Berkabut Tipis

*Dark Channel Prior* yang diuji coba pada citra kawah Gunung Kelud berkabut tipis yang diambil menggunakan kamera CCTV(*Close Circuit Television*) pada tanggal 10 Mei 2016 tepat pukul 06.58 WIB, dengan nilai *patch size* 3, menghasilkan nilai FADE (*fog aware density evaluation*) masukan 2.19995 dan menghasilkan nilai FADE (*fog aware density evaluation*) hasil 0.576389, serta membutuhkan waktu komputasi selama 10.3245 detik. Untuk bukti dari hasil tersebut dapat dilihat pada gambar 4.15.



Gambar 4. 15 Hasil FADE Untuk Citra Berkabut Tipis

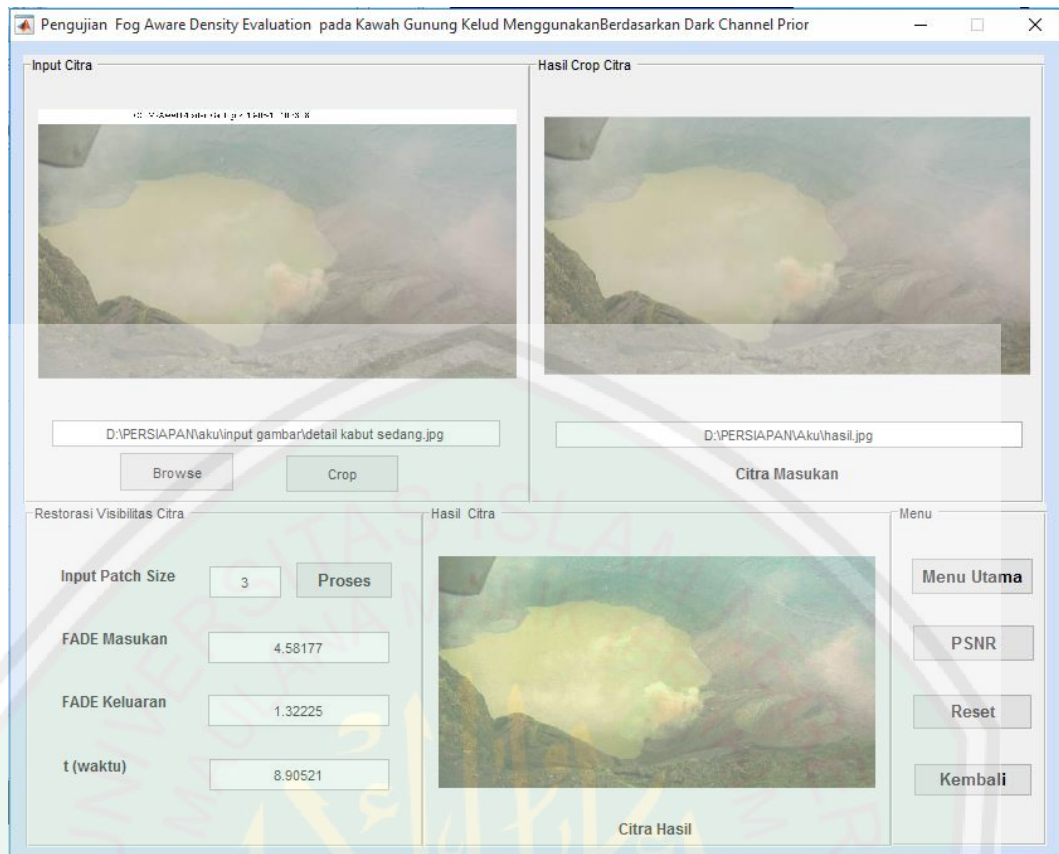
Selanjutnya pengujian dilakukan dengan parameter PSNR, menggunakan masukan nilai *patch size* yang sama dengan pengujian menggunakan FADE, yaitu 3. Menghasilkan nilai MSE total 3874.01 dan menghasilkan nilai PSNR total 26.7873, serta membutuhkan waktu komputasi selama 2.24898 detik. Untuk bukti dari hasil tersebut dapat dilihat pada gambar 4.16.



**Gambar 4. 16 Hasil PSNR Untuk Citra Berkabut Tipis**

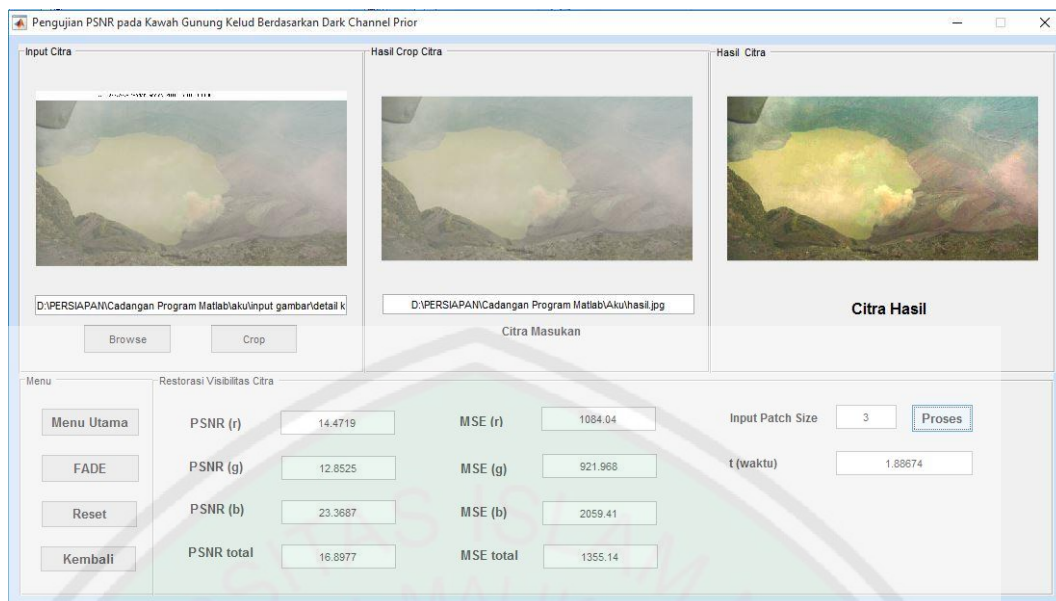
#### 4.3.2 *Dark Channel Prior* Untuk Citra Berkabut Sedang

*Dark Channel Prior* yang diuji coba pada citra kawah Gunung Kelud berkabut sedang yang diambil menggunakan kamera CCTV (*Close Circuit Television*) pada tanggal 10 Mei 2016 tepat pukul 10.33 WIB, menghasilkan nilai FADE (*fog aware density evaluation*) masukan 4.58177 dan menghasilkan nilai FADE (*fog aware density evaluation*) hasil 1.32225, serta membutuhkan waktu komputasi selama 8.90521 detik. Untuk bukti dari hasil tersebut dapat dilihat pada gambar 4.17.



**Gambar 4. 17** Hasil FADE Untuk Citra Berkabut Sedang

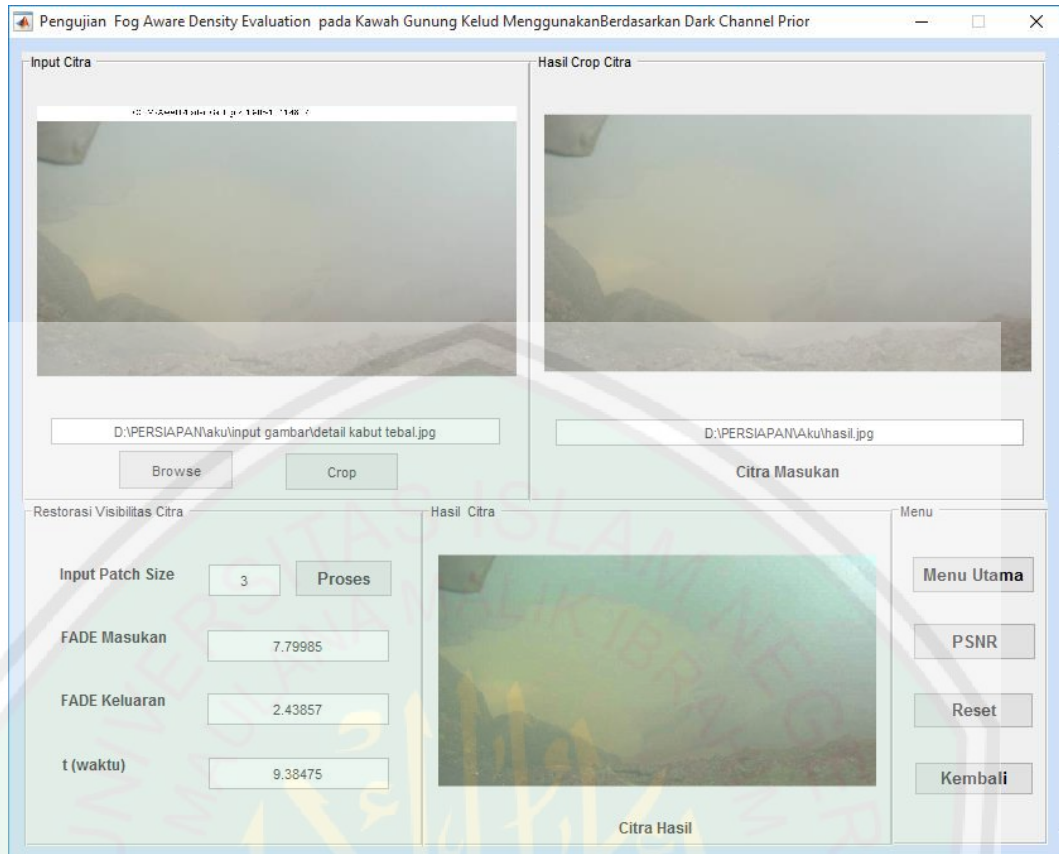
Selanjutnya pengujian dilakukan dengan parameter PSNR, menggunakan masukan nilai *patch size* yang sama dengan pengujian menggunakan FADE, yaitu 3. Menghasilkan nilai MSE total 1355.14 dan menghasilkan nilai PSNR total 16.8977, serta membutuhkan waktu komputasi selama 1.88674 detik. Untuk bukti dari hasil tersebut dapat dilihat pada gambar 4.18.



**Gambar 4. 18** Hasil PSNR Untuk Citra Berkabut Sedang

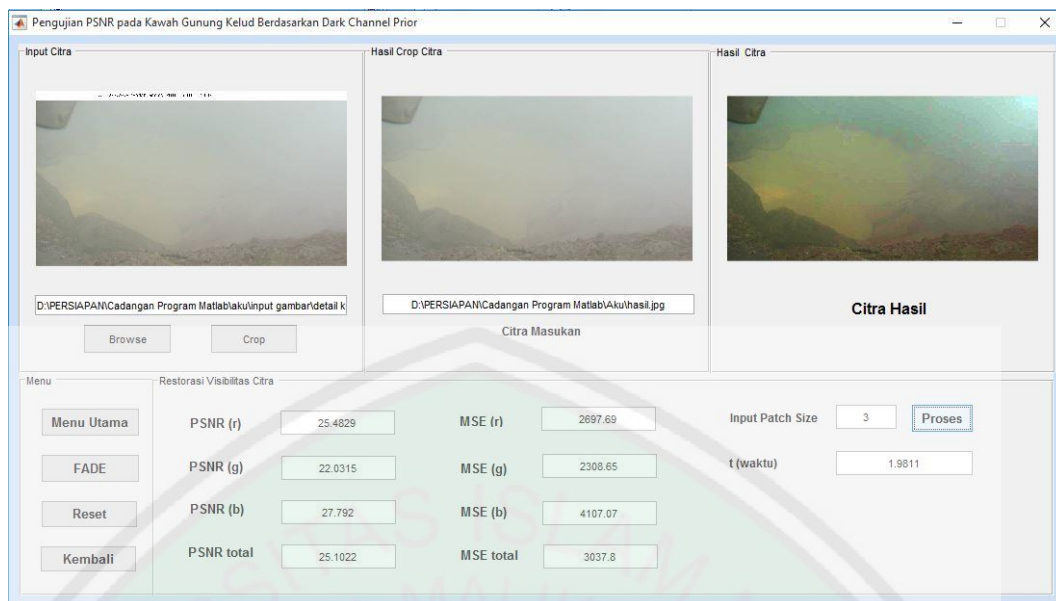
### 4.3.3 *Dark Channel Prior* Untuk Citra Berkabut Tebal

*Dark Channel Prior* yang diuji coba pada citra kawah Gunung Kelud berkabut tebal yang diambil menggunakan kamera CCTV (*Close Circuit Television*) pada tanggal 10 Mei 2016 tepat pukul 11.48 WIB, menghasilkan nilai FADE (*fog aware density evaluation*) masukan 7.79985 dan menghasilkan nilai FADE (*fog aware density evaluation*) hasil 2.43857, serta membutuhkan waktu komputasi selama 9.38475 detik. Untuk bukti dari hasil tersebut dapat dilihat pada gambar 4.19.



**Gambar 4. 19** Hasil FADE Untuk Citra Berkabut Tebal

Selanjutnya pengujian dilakukan dengan parameter PSNR, menggunakan masukan nilai *patch size* yang sama dengan pengujian menggunakan FADE, yaitu 3. Menghasilkan nilai MSE total 30437.8 dan menghasilkan nilai PSNR total 25.1022, serta membutuhkan waktu komputasi selama 1,9811 detik. Untuk bukti dari hasil tersebut dapat dilihat pada gambar 4.20.



**Gambar 4. 20** Hasil PSNR Untuk Citra Berkabut Tebal

#### 4.4 Uji Coba Sistem *Dehazing*

Uji Coba sistem yang digunakan pada penelitian ini menggunakan dua parameter untuk perbandingan. Yaitu nilai *input patch size* untuk membandingkan efektifitas pengujian menggunakan FADE dan PSNR, dan *t* (waktu) untuk membandingkan kecepatan dari metode *dark channel prior* tersebut. Untuk mendapatkan hasil *t* (waktu) yang akurat pada FADE maka dilakukan 20 kali percobaan untuk masing-masing citra.

##### 4.4.1 Waktu Komputasi

Demi mendapatkan hasil *t* (waktu) yang lebih akurat, maka dilakukan 20 kali percobaan untuk setiap citra dan *patch size*. Percobaan *t* (waktu) hanya dicoba pada pengujian FADE saja. Dari 20 kali percobaan tersebut diambil hasil rata-rata untuk dijadikan perbandingan. Percobaan waktu komputasi untuk *patch size* 3x3 dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4. 7Percobaan Waktu Komputasi(Detik) Untuk Nilai *Patch Size* 3x3

<b>t (waktu)</b>	<b><i>Dark Channel Prior</i></b>		
	<b>KabutTipis</b>	<b>KabutSedang</b>	<b>KabutTebal</b>
<b><math>t_1</math></b>	8.87803	7.33716	7.09452
<b><math>t_2</math></b>	8.29922	7.65239	7.0652
<b><math>t_3</math></b>	7.31386	7.26997	7.13067
<b><math>t_4</math></b>	7.07051	8.80077	7.02507
<b><math>t_5</math></b>	7.07135	8.32173	7.19065
<b><math>t_6</math></b>	7.25773	7.24387	7.07876
<b><math>t_7</math></b>	7.18457	7.38968	6.90139
<b><math>t_8</math></b>	7.18658	7.23093	7.14933
<b><math>t_9</math></b>	7.35438	7.25422	6.91984
<b><math>t_{10}</math></b>	7.24155	7.26629	7.10283
<b><math>t_{11}</math></b>	7.11062	7.41724	7.04717
<b><math>t_{12}</math></b>	7.24	7.21097	6.97872
<b><math>t_{13}</math></b>	7.04947	7.11934	7.2007
<b><math>t_{14}</math></b>	7.31962	7.24517	7.02174
<b><math>t_{15}</math></b>	7.13415	7.12282	7.10458
<b><math>t_{16}</math></b>	7.85302	7.31698	6.92414
<b><math>t_{17}</math></b>	7.13337	7.08028	7.11049
<b><math>t_{18}</math></b>	7.15755	7.21058	7.19887
<b><math>t_{19}</math></b>	7.24596	7.19064	7.21109

$t_{20}$	7.25248	7.14276	6.94919
<b>Jumlah</b>	<b>147.354</b>	<b>147.8238</b>	<b>141.405</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>7.367701</b>	<b>7.3911895</b>	<b>7.070248</b>

Percobaan kedua dengan waktu komputasi untuk *patch size* 9x9 dapat dilihat pada tabel 4.8.

**Tabel 4. 8Percobaan Waktu Komputasi(Detik) Untuk Nilai Patch Size 9x9**

<b>t (waktu)</b>	<i>Dark Channel Prior</i>		
	<b>KabutTipis</b>	<b>KabutSedang</b>	<b>KabutTebal</b>
$t_1$	9.57051	7.0123	7.8878
$t_2$	7.21819	7.62634	7.4165
$t_3$	7.2169	7.05625	6.93075
$t_4$	7.1964	7.08713	7.40335
$t_5$	7.30137	8.3066	6.83671
$t_6$	8.15528	7.36005	7.77762
$t_7$	7.24084	7.68922	7.70638
$t_8$	7.21142	7.05174	7.68047
$t_9$	7.23068	6.94044	7.05454
$t_{10}$	7.372	8.11554	7.01369
$t_{11}$	7.45697	7.00637	7.40513
$t_{12}$	7.10856	7.61883	7.35279
$t_{13}$	7.51484	7.42238	7.2522

$t_{14}$	7.08622	7.02966	7.60246
$t_{15}$	7.06485	7.7336	6.87097
$t_{16}$	7.07158	7.4081	7.7012
$t_{17}$	7.33269	7.39442	7.53558
$t_{18}$	7.13184	7.70803	7.36342
$t_{19}$	7.16053	7.55973	7.73455
$t_{20}$	7.17451	6.80951	7.44674
<b>Jumlah</b>	<b>147.81618</b>	<b>147.93624</b>	<b>147.97285</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>7.39081</b>	<b>7.39681</b>	<b>7.39864</b>

Percobaan ketiga dengan waktu komputasi dalam satuan detik untuk *patch size* 15x15 dapat dilihat pada tabel 4.9

**Tabel 4. 9 Percobaan Waktu Komputasi (Detik) Untuk Nilai Patch Size 15x15**

<b>t (waktu)</b>	<i>Dark Channel Prior</i>		
	<b>Kabut Tipis</b>	<b>Kabut Sedang</b>	<b>Kabut Tebal</b>
$t_1$	7.09142	7.12977	7.50617
$t_2$	7.40017	7.39611	7.12709
$t_3$	7.16066	7.02848	7.71647
$t_4$	7.21933	7.64895	7.57215
$t_5$	7.37098	7.89421	7.27281
$t_6$	7.21753	7.28467	7.34256
$t_7$	7.19842	7.25281	7.39914
$t_8$	7.72642	7.57645	7.61836

$t_9$	7.57104	6.9114	7.69338
$t_{10}$	7.74886	7.15797	7.57418
$t_{11}$	7.73886	7.98936	7.42297
$t_{12}$	7.42901	7.02264	7.53726
$t_{13}$	7.5197	6.88455	7.68933
$t_{14}$	7.53125	7.38973	7.35065
$t_{15}$	7.0583	7.54277	7.75231
$t_{16}$	7.08256	7.06381	6.99462
$t_{17}$	7.18737	6.87455	7.40428
$t_{18}$	7.13783	7.98361	7.52753
$t_{19}$	7.1792	7.86596	7.47971
$t_{20}$	7.05143	7.07543	7.74267
<b>Jumlah</b>	<b>146.62034</b>	<b>146.97323</b>	<b>149.72364</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>7.33102</b>	<b>7.34866</b>	<b>7.48618</b>

Percobaan berikutnya adalah waktu komputasi untuk *patch size* 21x21 yang dapat dilihat pada tabel 4.10.

**Tabel 4. 10** Percobaan Waktu Komputasi(Detik) Untuk Nilai *Patch Size* 21x21

<b>t (waktu)</b>	<b><i>Dark Channel Prior</i></b>		
	<b>KabutTipis</b>	<b>KabutSedang</b>	<b>KabutTebal</b>
$t_1$	7.2192	6.908	7.43303
$t_2$	7.19522	7.77149	7.78299

$t_3$	7.22435	7.85798	7.41525
$t_4$	7.27812	7.09722	6.61032
$t_5$	7.3221	7.11162	7.3525
$t_6$	7.06229	7.39385	7.3525
$t_7$	7.07907	7.78128	7.74629
$t_8$	7.1011	7.14786	7.66939
$t_9$	7.08404	7.47227	7.32477
$t_{10}$	7.14275	7.58622	7.87021
$t_{11}$	7.11131	8.05711	7.54838
$t_{12}$	7.18369	7.05745	7.46612
$t_{13}$	7.14667	7.75335	7.55646
$t_{14}$	7.21232	8.00269	7.66234
$t_{15}$	7.09484	7.26893	7.32961
$t_{16}$	7.23933	6.63731	7.59122
$t_{17}$	7.20016	7.46093	7.50813
$t_{18}$	7.15141	7.18382	7.39653
$t_{19}$	7.12436	6.71756	7.40737
$t_{20}$	7.90174	7.87941	7.52803
<b>Jumlah</b>	<b>144.07407</b>	<b>148.14635</b>	<b>149.55144</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>7.2037</b>	<b>7.40732</b>	<b>7.47757</b>

Selanjutnya percobaan waktu komputasi untuk *patch size* 27x27 yang dapat dilihat pada tabel 4.11.

**Tabel 4. 11** Percobaan Waktu Komputasi(Detik) Untuk Nilai *Patch Size* 27x27

<b>t (waktu)</b>	<b><i>Dark Channel Prior</i></b>		
	<b>KabutTipis</b>	<b>KabutSedang</b>	<b>KabutTebal</b>
<b><math>t_1</math></b>	7.29329	7.23967	7.63452
<b><math>t_2</math></b>	7.17036	7.03866	7.22631
<b><math>t_3</math></b>	7.2163	6.99543	7.30981
<b><math>t_4</math></b>	7.21053	7.19267	7.31096
<b><math>t_5</math></b>	7.82517	7.28104	7.58301
<b><math>t_6</math></b>	7.96307	7.12146	7.33008
<b><math>t_7</math></b>	7.6999	7.25558	7.40766
<b><math>t_8</math></b>	7.14516	7.1495	7.27025
<b><math>t_9</math></b>	7.0526	6.91178	7.36439
<b><math>t_{10}</math></b>	7.10793	6.99845	8.01368
<b><math>t_{11}</math></b>	7.08802	7.6228	7.2477
<b><math>t_{12}</math></b>	7.03066	7.27964	7.36262
<b><math>t_{13}</math></b>	7.01866	6.91132	7.34368
<b><math>t_{14}</math></b>	7.05044	6.93776	7.53331
<b><math>t_{15}</math></b>	7.05859	6.92124	7.3797
<b><math>t_{16}</math></b>	7.16738	7.00171	7.42387
<b><math>t_{17}</math></b>	7.14959	6.95866	7.49562
<b><math>t_{18}</math></b>	7.48465	7.17737	7.55113
<b><math>t_{19}</math></b>	7.13811	7.13779	7.27419
<b><math>t_{20}</math></b>	7.19775	6.95904	7.34492

<b>Jumlah</b>	<b>145.06816</b>	<b>142.09157</b>	<b>148.40741</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>7.25341</b>	<b>7.10458</b>	<b>7.42037</b>

Percobaan terakhir adalah waktu komputasi untuk *patch size* 33x33 dan dapat dilihat pada dan tabel 4.12.

**Tabel 4. 12Percobaan Waktu Komputasi(Detik) Untuk Nilai Patch Size 33x33**

<b>t (waktu)</b>	<b><i>Dark Channel Prior</i></b>		
	<b>KabutTipis</b>	<b>KabutSedang</b>	<b>KabutTebal</b>
<b><math>t_1</math></b>	7.14336	7.16056	6.94489
<b><math>t_2</math></b>	7.33488	7.65162	7.93711
<b><math>t_3</math></b>	7.55032	7.06637	7.75221
<b><math>t_4</math></b>	7.27806	7.39995	7.64763
<b><math>t_5</math></b>	7.17301	7.37602	7.467
<b><math>t_6</math></b>	7.23622	7.14928	7.38739
<b><math>t_7</math></b>	7.26827	7.01152	7.25354
<b><math>t_8</math></b>	7.22701	7.15377	7.82627
<b><math>t_9</math></b>	7.34437	6.93843	7.1544
<b><math>t_{10}</math></b>	7.00049	7.41823	7.53923
<b><math>t_{11}</math></b>	7.03432	7.04325	7.53728
<b><math>t_{12}</math></b>	7.32859	7.8391	7.4327
<b><math>t_{13}</math></b>	7.1443	7.10679	7.60708
<b><math>t_{14}</math></b>	6.84994	7.93286	7.43493

$t_{15}$	7.07599	7.35843	7.45473
$t_{16}$	7.1523	7.14972	8.18647
$t_{17}$	7.10524	7.14972	7.61767
$t_{18}$	7.58376	7.05463	7.55955
$t_{19}$	7.38193	7.79976	7.48759
$t_{20}$	7.178	7.87538	7.48031
<b>Jumlah</b>	<b>144.39036</b>	<b>146.63539</b>	<b>150.70798</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>7.21952</b>	<b>7.33177</b>	<b>7.5354</b>

#### 4.5 Hasil Analisis Pengujian FADE dan PSNR pada Sistem *Dehazing*

Berdasarkan pembagian citra masukan yang terdiri dari citra kawah Gunung Kelud berkabut tipis, berkabut sedang, dan berkabut tebal, berikut ini merupakan hasil jumlah dan rata-rata yang didapat dari *fog aware density evaluation* (FADE) untuk nilai pada masing-masing *patch size* yang dapat dilihat pada tabel 4.13.

Tabel 4. 13 Percobaan FADE Untuk Nilai *Patch Size*

*Fog Aware Density Evaluation*      *Fog Aware Density Evaluation*

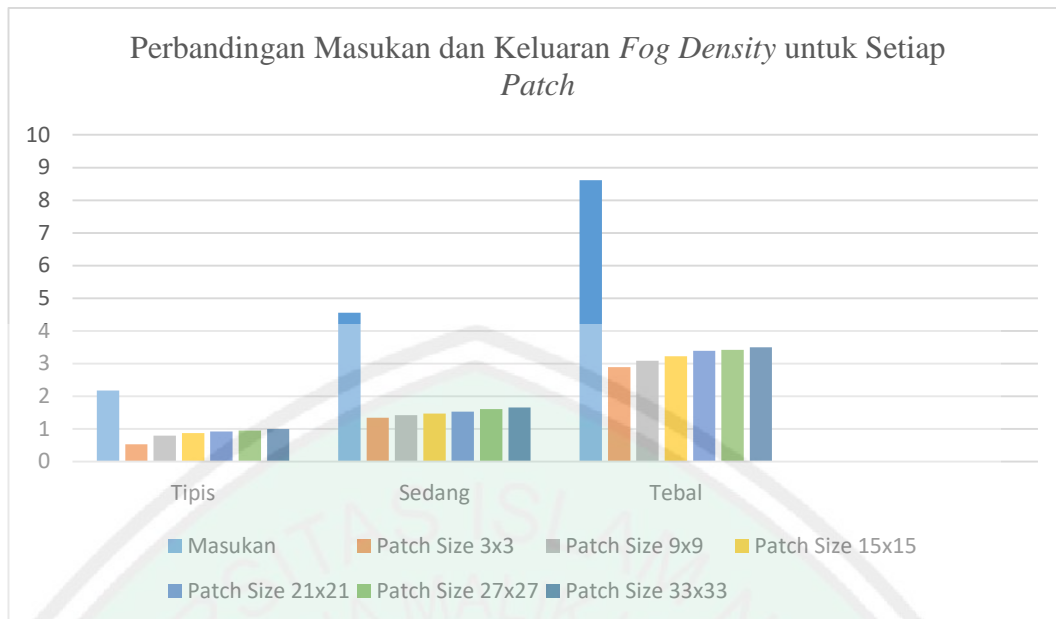
<i>Patch Size</i>	<b>(FADE) Masukan</b>			<b>(FADE) Hasil</b>		
	<b>Kabut Tipis</b>	<b>Kabut Sedang</b>	<b>Kabut Tebal</b>	<b>Kabut Tipis</b>	<b>Kabut Sedang</b>	<b>Kabut Tebal</b>
<b>3x3</b>	2.18824	4.56171	8.61645	0.530161	1.34726	2.89125

<b>9x9</b>	2.18824	4.56171	8.61645	0.806964	1.42521	3.09445
<b>15x15</b>	2.18824	4.56171	8.61645	0.872268	1.47061	3.22699
<b>21x21</b>	2.18824	4.56171	8.61645	0.921367	1.5325	3.38773
<b>27x27</b>	2.18824	4.56171	8.61645	0.954409	1.61359	3.41672
<b>33x33</b>	2.18824	4.56171	8.61645	1.00542	1.66213	3.50437
<b>Jumlah</b>	<b>13.12944</b>	<b>27.3703</b>	<b>51.6987</b>	<b>5.090589</b>	<b>9.0513</b>	<b>19.5215</b>
<b>Rata-rata</b>	<b>2.18824</b>	<b>4.56171</b>	<b>8.61645</b>	<b>0.848432</b>	<b>1.50855</b>	<b>3.25359</b>

#### 4.6 Hasil Analisis Pengujian Sistem *Dehazing patch size*

Berikut ini *chart* untuk mengetahui perbandingan hasil analisis pengujian sistem *dehazing* citra masukan dan citra keluaran menggunakan *fog aware density evaluation* (FADE) untuk nilai pada masing-masing *patch size*, dapat dilihat pada tabel 4.14.

**Tabel 4. 14** Hasil Analisis Pengujian Citra Menggunakan FADE



#### 4.7 Hasil Analisis Pengujian PSNR pada Sistem *Dehazing*

Selain FADE, pada penelitian ini digunakan pula parameter PSNR sebagai pengukuran kualitas *dehazing* citra. *Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) adalah sebuah parameter yang biasa digunakan dalam proses kompresi citra untuk menentukan kualitas hasil rekonstruksi citra hasil. Perbandingan nilai maksimum dari sinyal yang diukur dengan *mean square error* (MSE) dijadikan perbandingan untuk melihat kualitas citra hasil dari proses *dehazing*. PSNR disini dinyatakan dalam skala logaritmik *decibel* (dB). Semakin tinggi nilai PSNR maka semakin tinggi kehandalan suatu metode dalam menangani *noise* berupa kabut pada citra kawah Gunung Kelud.

Berdasarkan pembagian citra masukan yang terdiri dari citra kawah Gunung Kelud berkabut tipis, berkabut sedang, dan berkabut tebal, berikut ini merupakan hasil jumlah dan rata-rata yang didapat dari PSNR untuk nilai pada masing-masing *patch size* yang dapat dilihat pada tabel 4.15.

Tabel 4. 15Percobaan PSNRUntuk Nilai *Patch Size*

Ketebalan

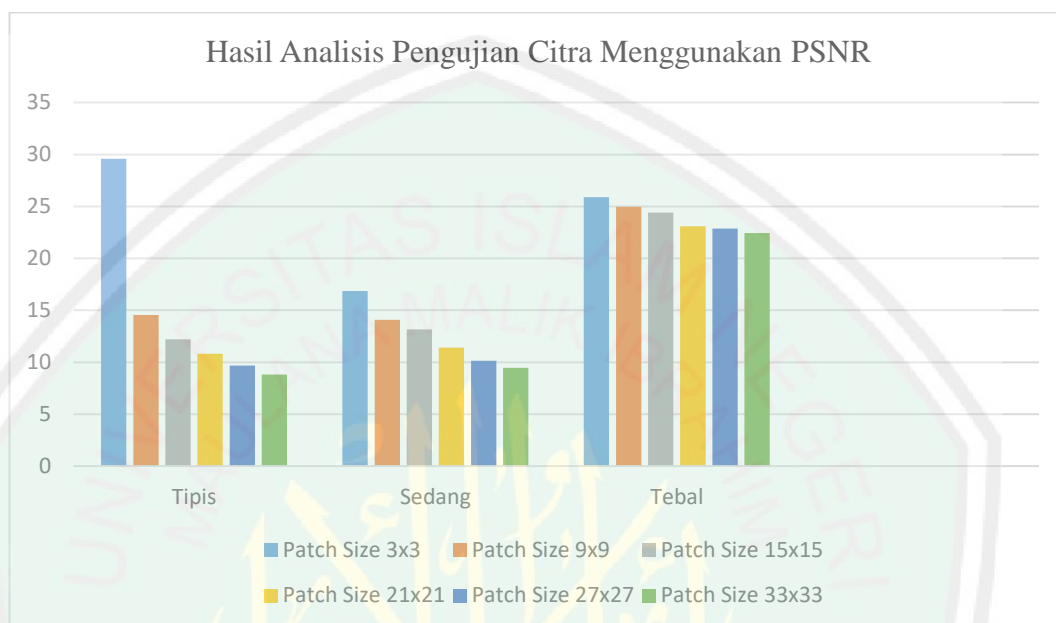
Metode

*Dark Channel Prior*

		MSE	PSNR (dB)	Waktu (Detik)
Tipis	3x3	5076.62	29.5861	2.36363
	9x9	1138.25	14.5569	2.28768
	15x15	883,37	12.22	1.94693
	21x21	757.199	10.833	2.03289
	27x27	671.527	9.69234	1.9052
	33x33	614.684	8.80782	1.89793
Sedang	3x3	1351.17	16.8615	2.03335
	9x9	1026.62	14.0929	2.07606
	15x15	935.832	13.171	1.92665
	21x21	783.796	11.4014	1.91066
	27x27	687.482	10.1431	1.99463
	33x33	637.985	9.47063	1.97998
Tebal	3x3	3239.15	25.8863	2.14583
	9x9	2952.36	24.962	1.90403
	15x15	2791.98	24.41	1.91418
	21x21	2475.68	23.0845	2.13371
	27x27	2426.36	22.8649	1.92746
	33x33	2324.75	22.4329	1.99063

Selanjutnya, merupakan *chart* hasil analisis pengujian sistem *dehazing* citra citra keluaran menggunakan PSNR untuk masing-masing *patch size*, dapat dilihat pada tabel 4.16

**Tabel 4. 16** Hasil Analisis Pengujian Citra Menggunakan PSNR



#### 4.8 Integrasi dalam Sains dan Islam

Allah SWT menurunkan wahyu yang terang-kum dalam ayat-ayat Al Qur'an (ayat Qouliyah), dan juga menurunkan ayat-ayat yang terdapat di alam raya (ayat Kauniyah). Al-Qur'an bukanlah buku yang berisi tentang ilmu pengetahuan yang berasal dari hasil penelitian manusia, dan bukan merupakan kumpulan teori-teori alam dan teknologi, tetapi Al-Qur'an adalah kumpulan wahyu-wahyu Allah SWT yang dijadikan sebagai pedoman hidup bagi manusia.

Sebagaimana firman Allah SWT berikut ini:

قُلْ انظُرُوا مَاذَا فِي السَّمَاوَاتِ وَالْأَرْضِ وَمَا تُغْنِي الْآيَاتُ وَالنُّذُرُ عَنْ قَوْمٍ لَا يُؤْمِنُونَ (١٠١)

Artinya: “Perhatikanlah apa yang ada di langit dan di bumi. Tidaklah bermanfaat tanda kekuasaan Allah dan rasul-rasul yang memberi peringatan bagi orang-orang yang tidak beriman.” QS. Yunus ayat 101.

Ibnu Katsir menjelaskan: “Allah SWT memberikan petunjuk kepada hamba-Nya untuk merenungkan tanda-tanda kekuasaann-Nya dan semua makhluk yang diciptakan Allah di langit dan di bumi, yang semuanya mengandung tanda-tanda yang jelas menunjukkan akan kekuasaan Allah Yang Maha besar bagi orang-orang yang berakal. Langit yang tinggi dan luas serta keindahannya dan semua hiasan yang ada padanya adalah makhluk Allah pula. Allah menurunkan hujan dari langit, dengan hujan itu Allah menghidupkan bumi sesudah matinya; dan dikeluarkan-Nya dari bumi berbagai macam tumbuh-tumbuhan, pohon-pohonan yang menghasilkan biji-bijian dan buah-buahan serta bunga-bunga yang beraneka ragam warnanya. Dan Allah menyebarkan di bumi berbagai macam hewan dan ternak yang beraneka ragam bentuk, warna dan kegunaannya. Di bumi terdapat gunung-gunung yang menjulang tinggi, dataran-dataran yang luas menghampar, padang-padang sahara, hutan belantara, dan daerah-daerah yang layak untuk dihuni.

Sesungguhnya termasuk pengetahuan itu ialah bila seseorang mengatakan terhadap apa yang tidak diketahuinya, bahwa hanya Allah-lah Yang Maha Mengetahui. Aku akan menceritakan hal tersebut kepada kalian. Sesungguhnya

orang-orang Quraisy itu ketika menghambat agama Islam dan durhaka kepada Rasulullah Saw, maka Rasulullah Saw. berdoa untuk memberi pelajaran kepada mereka agar mereka ditimpa paceklik seperti paceklik yang terjadi di masa Nabi Yusuf. Maka mereka pun tertimpa kepayahan dan kelaparan sehingga terpaksa mereka memakan tulang belulang dan bangkai. Dan mereka menengadahkan pandangannya ke langit, maka tiada yang mereka lihat kecuali hanya kabut.” (*Tafsir Ibnu Katsir 2003, 4:314*).

Dalam perkembangan teknologi sekarang ini, Al-Qur`an telah memuat segala informasi yang dibutuhkan manusia, baik yang sudah diketahui maupun belum diketahui. Informasi tentang ilmu pengetahuan dan teknologi pun disebutkan berulang-ulang dengan tujuan agar manusia bertindak untuk mempraktekkan metode, mengadakan observasi dan penelitian ilmiah terhadap segala macam peristiwa alam di seluruh jagad ini. Al Qur'an bukan IPTEK akan tetapi segala apa yang ditulis di dalamnya dapat dikaji kebenarannya setelah manusia membuktikan secara ilmiah.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian sistem penghilang kabut dan hasil analisis terhadap simulasi berdasarkan *dark channel prior* untuk menghilangkan kabut pada citra kawah Gunung Kelud, maka dapat diambil kesimpulan beberapa hal sebagai berikut, yaitu:

1. Pada pengujian ini cukup berhasil dilakukan, baik menggunakan FADE ataupun PSNR yang sama-sama menghasilkan nilai *patch size* terbaik yaitu *patch size* ke 3\*3. Dimana semakin rendah nilai FADE dan semakin tinggi nilai PSNR, maka semakin tipis kabut yang tertinggal, sehingga semakin baik metode tersebut.
2. Pengujian menggunakan FADE dan PSNR dilakukan berdasarkan waktu komputasi (detik), dalam 20 kali percobaan pada kabut tipis, sedang dan tebal. Menghasilkan rata-rata 7 detik dalam pengujian menggunakan FADE, dan menghasilkan rata-rata 2 detik untuk pengujian menggunakan PSNR.

#### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, untuk pengembangan dari sistem penghilang kabut dikemudian hari, diperlukan beberapa hal untuk evaluasi kembali guna meningkatkan akurasi dan mencapai hasil yang optimal, yaitu:

1. Penelitian pengujian kawah Gunung Kelud dengan FADE berdasarkan DCP untuk menghilangkan kabut masih berada pada tahap awal yang

dapat dikembangkan kembali menggunakan metode dan pengujian yang lain.

2. Penelitian penerapan FADE untuk mengukur citra pasca proses *haze removal*, studi kasus citra berkabut pada kawah gunung kelud dapat dikembangkan pada platform yang berbeda, misalnya *android*, *windows mobile*, *ios*.



## DAFTAR PUSTAKA

- Cheddad, A., Condell, J., Curran, K., Kevitt, P.Mc., 2010. *Digital Image Steganography : Survey and Analysis of Current Methods*, Northern Ireland: Elsevier.
- Choi, Lark Kwon. 2015. *Referenceless Prediction of Preceptual Fog Density and Perceptual Image Defogging*. IEEE Transactions On Image Processing, vol 24.
- Danoedoro, Projo. 2012. *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*, Yogyakarta: Andi.
- Gunara, A., Tritosomoro, I.I & Raharjo, J. 2007. *Analisa Perbandingan Reduksi Noise Pada Citra Antara Discrete Wavelet Transform (DWT) Dengan Dual-Tree Complex Wavelet Transform (DTCWT)*, Bali: Seminar Nasional Sistem dan Informatika Departemen Teknik Elektro Sekolah Tinggi Teknologi Telkom Bandung
- He, Kaiming. 2013. *Guided Image Filter*. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 35.
- Katsir, Ibnu. 2003. *Tafsir Ibnu Katsir Jilid 4*. Bogor: Pustaka Imam asy-Syafi'i.
- Mukono, H.J. 1997. *Pencemaran Udara dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan Saluran Pernapasan*, Surabaya: Airlangga University Press
- Munir, Rinaldi. 2004. *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*, Bandung: Penerbit Informatika.
- Murni, A. 2002. *Pengantar Pengolahan Citra*, Elex Media Komputindo.

Muthuswamy, Jayaram, 2016, Quora: What is the difference between mist, fog, smog, haze and vog?, [online], (<https://www.quora.com/What-is-the-difference-between-mist-fog-smog-haze-and-vog>, diakses pada tanggal 1 Maret 2017)

Narasimhan, S.G, dan S. K. Nayer. 2003. *Contrast Restoration Of Weather Degraded Images*. IEEE Transactions Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 25.

Pearson, Don. 1991. *Image Processing*, Singapore: McGraw-Hill Book.

Putra, Darma. 2010. *Pengolahan Citra Digital*, Yogyakarta: Andi.

Santosa, Stefanus Teguh, 2009, Merbabu: Munculnya Kabut, [online], ([http://www.merbabu.com/artikel/munculnya\\_kabut.php](http://www.merbabu.com/artikel/munculnya_kabut.php), diakses pada tanggal 1 Maret 2017)

Suhartono. 2013. *Metoda Untuk Mengidentifikasi Pemodelan Pertumbuhan Tanaman Virtual Berbasis Lingkungan*. Malang: UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.

Sutoyo, T, dkk. 2009. *Teori Pengolahan Citra Digital*, Yogyakarta: Andi.

T.R, Oke. 1987. *Boundary Layer Climates*, London: Methuen.

Tan, Robby T. 2008 *Visibility in Bad Weather from a Single Image*, Australia: NICTA/The Australian National University

Virgantara, Oddy. 2016. *Visibility Restoration of Lake Creater Hazy Image Based On Dark Channel Prior*. Surabaya: Department of Electrical Engineering, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Xavier, Sales & Reshmi R. 2016. *Visibility Restoration Algorithm using Bilateral Filtering*. International Journal of Computer Applications (0975 – 8887)  
Volume 151 – No.2.







Gambar 4 Penjelasan Gunung Kelud Jawa Timur

