IMPLEMENTASI *VISIBILITY RESTORATION* UNTUK MENGHILANGKAN KABUT PADA CITRA GUNUNG KELUD

SKRIPSI

OLEH:
LUQMAN NUR AZIZ
NIM. 13650110

JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2019

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

IMPLEMENTASI *VISIBILITY RESTORATION* UNTUK MENGHILANGKAN KABUT PADA CITRA GUNUNG KELUD

SKRIPSI

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

Oleh :
LUQMAN NUR AZIZ
NIM. 13650110

JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2019

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

HALAMAN PERSETUJUAN

IMPLEMENTASI *VISIBILITY RESTORATION* UNTUK MENGHILANGKAN KABUT PADA CITRA GUNUNG KELUD

SKRIPSI

OLEH:
LUQMAN NUR AZIZ
NIM. 13650110

Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal : 27 Mei 2019

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Fresy Nugroho, M.T	Ainatul Mardhiyah, M.Cs
NIP. 19710722 201101 1 001	NIDT. 19860330 20160801 2 075

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

Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200901 1 008

ii

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

HALAMAN PENGESAHAN

IMPLEMENTASI *VISIBILITY RESTORATION* UNTUK MENGHILANGKAN KABUT PADA CITRA GUNUNG KELUD

SKRIPSI

Oleh :
LUQMAN NUR AZIZ
NIM. 13650110

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi dan
Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)
Tanggal : 13 Juni 2019

Susunan Dewan Penguji		**Tanda Tangan**
Penguji Utama	: Dr. Muhammad Faisal, M.T NIP. 19740510 200501 1 007	( )
Ketua Penguji	: Yunifa Miftachul Arif, M.T NIP. 19830616 201101 1 004	( )
Sekretaris Penguji	: Fresy Nugroho, M.T NIP. 19710722 201101 1 001	( )
Anggota Penguji	: Ainatul Mardhiyah, M.Cs NIDT. 19860330 20160801 2 075	( )

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

Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200901 1 008

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Luqman Nur Aziz

NIM : 13650110

Jurusan : Teknik Informatika

Fakultas : Sains dan Teknologi

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

Malang Mei 2019

Yang membuat pernyataan

Luqman Nur Aziz
NIM. 13650110

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

MOTTO

Never Try Never Know

-TC 120-

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah puji syukur kehadirat Allah SWT yang memberikan kekuatan kepada saya hingga bisa sampai menyelesaikan kuliah S1 di kampus UIN MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG. Sholawat serta salam kepada Nabi Muhammad SAW, yang membawa petunjuk kepada seluruh umat manusia

Alhamdulillah, terima kasih kepada kedua orang tuas saya, terutama ibu saya Zubaidatin yang telah membesarkan dan mendidik saya dari kecil hingga sekarang bisa menyelesaikan kuliah saya, yang tiap hari mendoakan saya tiada henti, dan selalu mendukung saya dalam keadaan apapun. Tak lupa terimakasih untuk teman hidup saya Fiki Hurum Maqsuroh yang selalu memberi semangat dan dukungan yang tiada henti sampai pengerjaan skrispi ini selesai.

Terima kasih kepada dosen-dosen yang telah sabar dan ikhlas dalam mendidik saya hingga mampu melewati seluruh ujian dari semua mata kuliah yang saya tempuh, terutama kepada Bapak Fresy Nugroho, M.T dosen wali sekaligus pembimbing I dan ibu Ainatul Mardhiyah, M.Cs sebagai pembimbing II saya dalam pengerjaan skrispi, semoga ilmu yang beliau amalkan berguna bagi seluruh mahasiswa.

Terima kasih kepada seluruh teman seperjuangan yang menemani dan banyak menbantu selama kuliah. Teknik Informatika angkatan 2013, Kontrakan 70an, Keluarga Cemara, Keluarga Wisuda Bareng (Bintang, Abid, Ahmad Dan Affan). Khususnya kepada dimas ari setiawan, dhofir alibi dan ahmad dzulfikri yang banyak memberi masukan dalam pengerjaan skripsi. Semoga kita semua mampu mewujudkan segala cita-cita yang kita impikan. Amin Allahumma Amin.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

KATA PENGANTAR

Assalammu'alaikum Wr. Wb.

Segala puji bagi Allah SWT tuhan semesta alam, karena atas segala rahmat dan karuni-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan judul "Implementasi *Visibility Restoration* Untuk Menghilangkan Kabut Pada Citra Gunung Kelud" dengan baik dan lancar. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing umatnya dari zaman kebodohan menuju Islam yang rahmatan lil alamiin.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, banyak pihak yang telah memberikan bantuan baik moril, nasihat dan semangat maupun materil. Atas segala bantuan yang telah di berikan, penulis ingin menyampaikan doa dan ucapan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada:

1. Prof. Dr. Abd. Haris, M.Ag., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang beserta staf. Bapak dan ibu sekalian sangat berjasa menumbuhkan semangat untuk maju kepada penulis.
3. Dr. Cahyo Crysdian, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, yang sudah memberi banyak pengetahuan, inspirasi dan pengalaman berharga.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

4. Fresy nugroho, M.T, selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memotivasi, mengarahkan dan memberikan masukan kepada penulis dalam pengerjaan skripsi ini hingga akhir.
5. Ainatul Mardhiyah, M.Cs, sekalu dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, mengarahkan dan memberi nasihat masukan kepada penulis dalam pengerjaan skripsi ini hingga akhir.
6. Segenap dosen teknik informatika yang telah memberikan bimbingan keilmuan kepada penulis selama masa studi.
7. Para peneliti sebelumnya yang karyanya terkait dengan skripsi ini.
8. Teman-teman seperjuangan teknik informatika angkatan 2013 dan seluruh pihak yang telah membantu dan tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Berbagai kekurangan dan kesalahan mungkin pembaca temukan dalam penulisan skripsi ini, untuk itu penulis menerima segala kritik dan saran yang membangun dari pembaca sekalian. Semoga apa yang menjadi kekurangan bisa disempurnakan oleh peneliti selanjutnya dan semoga karya ini senantiasa dapat memberi manfaat. Aminn.

Wassalammu'alaikum Wr.Wb.

Malang. 27 Mei 2019

Penulis

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL ..... **i**
HALAMAN PERSETUJUAN ..... **ii**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **iii**
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN ..... **iv**
MOTTO ..... **v**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **vi**
KATA PENGANTAR ..... **vii**
DAFTAR ISI ..... **ix**
DAFTAR GAMBAR ..... **xii**
DAFTAR TABEL ..... **xiii**
ABSTRAK ..... **xiv**
ABSTRACT ..... **xv**
الملخص ..... **xvi**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1. Latar Belakang 1
1.2. Pernyataan Masalah 5
1.3. Tujuan Penelitian 5
1.4. Batasan Masalah 5
1.5. Manfaat Penelitian 5
BAB II KAJIAN PUSTAKA **7**
2.1. Penelitian Terkait 7
2.2. Proses Terbentuknya Kabut 9
2.3. Kabut 10
2.3.1. Kabut Adveksi 11
2.3.2. Kabut Frontal 11
2.3.3. Kabut Radisi 11
2.3.4. Kabut Gunung 12
2.4. *Dehazing* 12
2.4.1. *Dark Channel Prior* 12
2.4.2. *Atmospheric Light Estimation* 14

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2.4.3. *Transmission Map* 14
2.4.4. *Guided Image Filter* 15
2.4.5. *Scene Radiance* 18
2.4.6. *Visibility Restoration* 19
2.5. FADE (*Fog Aware Density Evaluation*) 22
2.5.1. *Perceptual Fog Density Prediction Model* 25
2.6. PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*) dan MSE (*Mean Square Error*) 26
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 28
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian 28
3.2. Proses Pengambilan Data 28
3.3. Tahap Penelitian 28
3.3.1. *Input Hazy Image* 29
3.3.2. *Preprocessing* 30
3.3.3. *Proses Dehazing* 32
3.4. Perhitungan Manual 38
3.5. Pengujian 41
3.5.1. FADE (*Fog Aware Density Evaluation*) 41
3.5.2. Perhitungan PSNR dan MSE 42
3.6. Desain GUI (*Graphical User Interface*) 43
3.6.1. Tampilan Menu Utama 43
3.6.2. Tampilan Proses Uji FADE 43
3.6.3. Halaman pengujian PSNR dan MSE 44
BAB IV UJI COBA DAN PEMBAHASAN 45
4.1. Data Uji 45
4.2.1 Kabut Tipis 45
4.2.2 Kabut Sedang 46
4.2.3 Kabut Tebal 47
4.2. Hasil Uji Coba dan Analisa 47
4.2.1. Hasil Uji FADE (*fog aware density evaluation*) 48
4.2.2. MSE (Mean Square Error) 55
4.2.3. Hasil Uji Coba PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*) 59
4.2.4. Citra hasil dehazing 62

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

4.3. Tampilan Program 67
4.4. Integrasi Sains dan Islam 70
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 73
5.1. Kesimpulan 73
5.2. Saran 74
DAFTAR PUSTAKA 75

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Citra kabut. **11**

Gambar 2.2 Diagram blok *dark channel prior*. **13**

Gambar 2.3 *Guided image filter* (He, 2013). **16**

Gambar 3.1 Tahap penelitian. **29**

Gambar 3.2 *Dark channel prior*. **32**

Gambar 3.4 *Transmission map*. **34**

Gambar 3.5 *Guide filter*. **35**

Gambar 3.6 *Scene radiance*. **36**

Gambar 3.8 Tampilan menu utama. **43**

Gambar 3.9 Tampilan halaman proses *visibility restoration*. **44**

Gambar 4.1 Kabut tipis. **46**

Gambar 4.2 Kabut sedang. **46**

Gambar 4.3 Kabut tebal **47**

Gambar 4.4 Grafik uji *fog aware density evaluation* kabut tipis. **49**

Gambar 4.5 Grafik uji *fog aware density evaluation* kabut sedang. **51**

Gambar 4.6 Grafik uji *fog aware density evaluation* kabut tebal. **53**

Gambar 4.7 Grafik uji MSE nilai patch size kabut tipis. **56**

Gambar 4.8 Grafik uji MSE nilai *patch size* kabut sedang. **57**

Gambar 4.9 Grafik uji MSE nilai *patch size* kabut tebal. **58**

Gambar 4.10 Grafik uji PSNR nilai *patch size* kabut tipis. **60**

Gambar 4.11 Grafik uji PSNR nilai *patch size* kabut sedang. **61**

Gambar 4.12 Grafik uji PSNR nilai *patch size* kabut tebal. **62**

Gambar 4.13 Tampilan menu **68**

Gambar 4.14 Tampilan uji FADE **69**

Gambar 4.15 Tampilan uji PSNR dan MSE. **70**

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan jenis kabut..... **10**

Tabel 3.1 Pemotongan gambar..... **31**

Tabel 3.2 Perhitungan manual dari proses *dehazing* citra. **38**

Tabel 4.1 Uji *fog aware density evaluation* kabut tipis. **48**

Tabel 4.2 Hasil proses *dehazing* kabut tipis..... **49**

Tabel 4.3 Uji *fog aware density evaluation* kabut sedang **50**

Tabel 4.4 Hasil proses *dehazing* kabut sedang. **51**

Tabel 4.5 Uji *fog aware density evaluation* kabut tebal..... **53**

Tabel 4.6 Hasil proses *dehazing* kabut tebal..... **54**

Tabel 4.7 Uji MSE nilai *patch size* kabut tipis. **55**

Tabel 4.8 Uji MSE nilai *patch size* kabut sedang. **56**

Tabel 4.9 Uji MSE nilai *patch size* kabut tebal..... **57**

Tabel 4.10 Uji PSNR nilai *patch size* kabut tipis..... **59**

Tabel 4.11 Uji PSNR nilai *patch size* kabut sedang..... **60**

Tabel 4.12 Uji PSNR nilai *patch size* kabut tebal..... **61**

Tabel 4.13 Kabut tipis..... **63**

Tabel 4.14 Kabut sedang..... **65**

Tabel 4.15 Kabut tebal..... **66**

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ABSTRAK

Nur Aziz, Luqman. 2019. **Implementasi *Visibility Restoration* Untuk Menghilangkan Kabut Pada Citra Gunung Kelud**. Skripsi Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing (I) Fresy Nugroho, M.T (II) Ainatul Mardhiyah, M.Cs

Kata Kunci: *Visibility restoration, Dehazing, Fog Aware Density Evaluation, Mean Square Error, Noise, Peak Signal to Noise Ratio*

Indonesia memiliki 127 gunung api aktif yang tersebar di berbagai pulau. Salah satu gunung api yang masih aktif adalah gunung Kelud yang terletak di Kediri, Jawa Timur. Sebagai upaya untuk memantau aktivitas dari kawah gunung Kelud, pihak BMKG telah memasang kamera CCTV di sekitaran kawah. Akan tetapi kamera CCTV yang dipasang selalu terhalang oleh kabut sehingga citra yang dihasilkan mengalami gangguan visual. Adapun cara untuk memulihkannya digunakan teknik penghilang kabut (*dehazing*) menggunakan metode *visibility restoration*. Tahapan awal dari proses *dehazing* yaitu *dark channel prior* berfungsi merubah channel RGB menjadi piksel berintensitas rendah dilanjutkan proses *atmospheric light estimation, transmission map, giude filter, scene radiance* dan yang terakhir menggunakan metode *visibility restoration* untuk meghilangkan kabut pada citra sehingga di dapat *output* yang lebih baik. Setelah itu hasil keluaran akan dibandingkan dengan citra masukan dengan menggunakan FADE (*fog aware density evaluation*) dan PSNR (*peak signal to noise ratio*). Penelitian ini terbukti dapat menghilangkan kabut dengan selisih nilai FADE masukan kabut tipis sebesar 1.96203 dan keluaran 0.567120333. Nilai masukan 3.82739 dan nilai keluaran 1.090642833 untuk kabut sedang. Sedangkan kabut tebal untuk nilai masukan 6.43387 dan keluaran 1.895833333. Hasil total nilai PSNR 20.89177 untuk kabut tipis, 16.3677 untuk kabut sedang, dan 22.4442 untuk kabut tebal.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

ABSTRACT

Nur Aziz, Luqman. 2019. **Implementation of *Visibility Restoration* to Eliminate Fog at Mount Kelud Image.** Thesis Department of Informatics, Faculty of Science and Technology, State Islamic University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Thesis guide (I) Fresy Nugroho, M.T (II) Ainatul Mardhiyah, M.Cs

Keywords: *Visibility restoration, Dehazing, Fog Aware Density Evaluation, Mean Square Error, Noise, Peak Signal to Noise Ratio*

Indonesia has 127 active volcanoes spread across various islands. One of the active volcanoes is Mount Kelud, located in Kediri, East Java. In an effort to monitor the activity of the Mount Kelud crater, BMKG installed CCTV cameras around the crater. However, CCTV cameras installed are always blocked by fog so that the resulting image has a visual disturbance. The way to recover it is to use a dehazing technique using the *visibility restoration* method. The initial stage of the *dehazing process, dark channel prior,* functions to convert RGB channels into low-intensity pixels followed by an atmospheric light estimation process, *transmission maps, giude filters, radiance scenes* and the latter uses the *visibility restoration* method to remove fog in the image so that it gets better output. After that the output will be compared with the input image using FADE (*fog aware density evaluation*) and PSNR (*peak signal to noise ratio*). This research is proven to be able to eliminate fog with the difference in FADE value of thin fog input by 1.96203 and output 0.567120333. Input value 3.82739 and output value 1.090642833 for medium mist. While thick fog for input value 6.43387 and output 1.895833333. The total value of PSNR is 20.89177 for thin fog, 16.3677 for medium fog, and 22.4442 for thick fog.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

الملخص

نور عزيز، لقمان، 2019. **تطبيق *Visibility Restoration* للقضاء على الضباب على صورة جبل كيلود.** مقالة قسم هندسة المعلوماتية كلية العلوم والتكنولوجيا الحكومية الإسلامية جامعة مولانا مالك إبراهيم مالانج.

مؤدب (1) فريس نغرها، M.T (2) عينة المرضية، M.Cs

الكلمات الدالة :

Visibility restoration, Dehazing, Fog Aware Density Evaluation, Mean Square Error, Noise, Peak Signal to Noise Ratio

يوجد في إندونيسيا 127 براكًا نشطًا منتشرًا في مختلف الجزر، واحدة من البراكين النشطة هي جبل كيلود في كديري، جوا الشرقية. في محاولة لاستعراض نشاط الحفرة جبل كيلود، الحزب BMKG قام بتثبيت كاميرا حول الحفرة. ومع ذلك ، يتم دائمًا حظر الكاميرا المثبتة بواسطة الضباب حتى تتسبب الصورة الناتجة في حدوث اضطراب بصري. بالنسبة لكيفية استعادته ، يتم استخدامه تقنية إزالة الضباب (*dehazing*) طريقة الاستخدام *visibility restoration* . طريقة الاستخدام *dehazing* هو *dark channel prior* لتغيير RGB تصبح بكسل منخفض الكثافة، ثم وصل الطريقة *atmospheric light estimation*، *transmission map*، *giude filter*، *scene radiance* و *visibility restoration* لإزالة الضباب على الصورة حتى تحصل على نتائج أفضل. بعد ذلك سيتم مقارنة الإخراج مع صورة الإدخال باستخدام طريقة *fog aware density evaluation* (*FADE*) و *peak signal to noise ratio* (*PSNR*). ثبت أن هذا البحث قادر على القضاء الضباب مع اختلاف القيمة FADE مدخلات الضباب الرفيعة عند 1.96203 والإخراج 0.567120333. قيمة الإدخال هي 3.82739 وقيمة الإخراج هي 1.090642833 للضباب المتوسط. بينما الضباب الكثيف لإدخال قيمة 6.43387 وإخراج 1.895833333. القيمة الإجماليةPSNR *20.89177 للضباب الرقيق ، 16.3677 للرذاذ المتوسط ، و 22.4442 للضباب الكثيف*.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terletak diantara dua samudra (pasifik dan hindia) dan dua benua (Asia dan Australia). Selain itu, indonesia berada dalam pertemuan tiga lempeng bumi, yaitu lempeng Eurasia, lempeng Indoaustralia dan lempeng pasifik. Pertemuan tiga lempeng bumi tersebut menyebabkan terjadinya aktivitas magma di dalam bumi, hal ini yang menyebabkan di Indonesia banyak terdapat gunung berapi.

Indonesia memiliki 127 gunung aktif yang tersebar diberbagai pulau. Namun tidak semua gunung berapi meletus. Gunung berapi yang meletus disebut sebagai gunung berapi aktif. Gunung berapi yang aktif mungkin berubah menjadi separuh aktif, istirahat, sebelum akhirnya menjadi tidak aktif atau mati.

Bencana gunung meletus ini menyebabkan banyak kerugian, baik kerugian jiwa dan kerugian materil. Proses penanganan bencana gunung meletus adalah yang paling sulit dibandingkan dengan bencana yang lainnya. Dikarenakan, medan yang sulit, cuaca yang tidak menentu, dan dampak bencana yang luas (Soegimo & Ruswanto, 2009).

Seringkali kondisi kawah berubah diakibatkan oleh peningkatan aktifitas vulkanik yang disebabkan oleh reaksi senyawa kimia SO2 (Sulfur Dioksida) dengan gas H2S (Hidrogen Sulfida). Reaksi ini menyebabkan *degassing*, pembentukan gas yang menutupi permukaan kawah (K. Eka, 2006).

Bencana memang tidak bisa dicegah tapi bisa diminimalisir dampaknya. Oleh karena itu pihak BMKG (Badan Meterologi, Klimatologi dan Geofisika)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Gunung Kelud telah memasang CCTV (*Closed-Circuit Television*) untuk memantau perkembangan dan keadaan kawah Gunung Kelud sehingga keadaan kawah tersebut dapat dipantau. Kamera CCTV diletakkan diberbagai titik di puncak gunung kelud. Disamping itu, terjadi fenomena kabut yang seringkali turun. Sehingga, citra yang ditangkap CCTV tidak maksimal karena tertutup kabut. Untuk itu perlu direstorasi visibilitasnya.

Kabut adalah kumpulan uap air yang berada di dekat permukaan tanah berkondensasi dan melayang-layang di udara. (Mukono, 1997). Secara umum Kabut adalah kumpulan tetesan air yang sangat kecil yang melayang-layang di udara. Kabut hamper sama dengan awan, tetapi awan tidak menyentuh permukaan bumi, sedangkan kabut menyentuh permukaan bumi. Kabut terbentuk dari uap air yang berasal dari tanah yang lembab, tanaman-tanaman, sungai, danau, dan lautan. Uap air ini berkembang dan menjadi dingin ketika naik ke udara. Udara yang mengandung uap air sebanyak yang dapat dikandungnya disebut udara jenuh.

Salah satu studi kasus yang rawan terjadi adanya kabut yaitu di daerah pegunungan yang mempunyai hawa atau cuaca yang dingin dan berembun. Sehingga hasil dari *capture* tidak sesuai yang kita inginkan karena terhalang oleh kabut. Untuk memperbaiki kulaitas gambar dari gangguan citra kabut, biasanya digunakan teknik-teknik pengolahan citra digital. Citra digital merupakan kumpulan piksel-piksel atau titik-titik yang berwarna dan berbentuk dua dimensi. (Basuki, 2005)

Untuk menghilangkan kabut, *dehazing* merupakan sebuah teknik untuk menghilangkan *noise* berupa kabut dalam citra sehingga citra tersebut menjadi sempurna tanpa adanya kabut atau yang dikenal dengan istilah *noise*. Pada proses

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

pre-processing, yang dilakukan adalah peningkatan kualitas citra, perbaikan citra, dan menghilangkan kabut (*dehazing*). Peningkatan kualitas citra berfungsi untuk mengatur kontras, kecerahan, dan ketajaman.

Dalam studi kasus ini bisa diartikan mengurangi kabut pada kamera CCTV *(Close Circuit Television)* Gunung Kelud. Dalam mencari dan menghilangkan lapisan *noise* pada gambar, akan digunakan metode *visibility restoration*. Metode *visibility restoration* mengacu pada metode yang berbeda yang bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan degradasi yang terjadi saat citra digital diperoleh. Degradasi mungkin disebabkan oleh berbagai faktor seperti gerakan objek-kamera relatif, blur karena misfocus kamera, turbulensi atmosfer relatif, dan lainnya. Metode ini membahas tentang degradasi karena cuaca buruk seperti kabut, kabut, badai pasir, dan salju dalam sebuah gambar. Kualitas gambar layar luar ruang dalam kabut dan kondisi cuaca kabut biasanya terdegradasi oleh hamburan cahaya sebelum mencapai kamera karena partikel-partikel tersuspensi dalam jumlah besar di atmosfer. Fenomena ini mempengaruhi kerja normal sistem pemantauan otomatis, sistem pengenalan luar ruang dan sistem transportasi cerdas. Hamburan disebabkan oleh dua fenomena mendasar seperti atenuasi dan cahaya udara. Dengan menggunakan penghapusan gambar kabut secara efektif, meningkatkan stabilitas dan kekokohan sistem visual. (Naseeba T, 2016)

Salah satu sumber kesulitan saat memproses gambar di luar ruangan adalah adanya kabut atau asap yang memudarkan warna dan mengurangi kontras objek yang diamati. Algoritma *visibility restoration* memiliki keuntungan utama dibandingkan dengan yang lain adalah dari segi kecepatannya. (Jean-Philippe Tarel, 2009). Penerapan *visibility restoration* ini juga bertujuan untuk memperbaiki

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

distorsi warna dalam pemandangan variabel yang ditangkap selama kondisi cuaca buruk. Hasil percobaan juga menunjukkan bahwa metode yang kami usulkan menyediakan penghilangan kabut yang unggul dibandingkan dengan metode sebelumnya melalui evaluasi kualitatif dan kuantitatif dari berbagai pemandangan yang diambil selama berbagai kondisi cuaca. (Salini N, 2016)

Dalam Al Qur'an Surat Al Insyiraah ayat 5-8 di jelaskan bahwa timbulnya kesulitan maka akan datang kemudahan. Yang berbunyi:

فَإِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٥﴾إِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا ﴿٦﴾ فَإِذَا فَرَغْتَ فَانصَبْ ﴿٧﴾

وَإِلَى رَبِّكَ فَارْغَبْ ﴿٨﴾

Artinya: Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan (5), sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan (6), Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain (7), Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap (8). (QS. Al Insyiraah 5-8).

Ayat ini mengajarkan bahwa setiap menghadapi berbagai kesulitan, kita harus yakin bahwa ada penyelesaiannya dan jalan keluarnya. Keyakinan ini merupakan kekuatan yang sangat berharga untuk bisa menyelesaikan segala persoalan. Dari jiwa yang penuh optimis akan lahir kecerdasan dan kearifan. Karenanya Allah SWT menegaskan dengan kalimat yang berulang-ulang, "Sesungguhnya bersama kesulitan itu pasti ada kemudahan. Dan sesungguhnya bersama dengan kesulitan itu ada kemudahan". Pengulangan ini dimaksudkan agar kita yakin saat menghadapi berbagai kesulitan.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Sesuai dengan latar belakang yang dikemukakan diatas maka penulis mengangkat judul "implementasi *visibility restoration* untuk menghilangkan kabut pada citra gunung kelud".

1.2. Pernyataan Masalah

Dari latar belakang yang telah disampaikan sebelumnya, maka didapat rumusan masalah yang dibahas adalah seberapa besar tingkat keberhasilan pengujian FADE dan PSNR setelah proses *dehazing* menggunakan metode *visibility restoration* untuk menghilangkan kabut pada citra digital dua dimensi?

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini berdasarkan rumusan masalah adalah mengetahui hasil dari citra dua dimensi yang tertutup kabut setelah proses *dehazing* menggunakan metode *visibility restoration* dan pengujian dengan FADE dan PSNR.

1.4. Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Citra berkabut yang digunakan adalah citra gunung Kelud.
2. Citra berkabut yang digunakan diperoleh dari CCTV *(Close Circuit Television)* milik BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika).
3. Ukuran citra adalah 400x800 piksel.
4. Untuk citra berwarna digunakan model RGB (*Red-Green-Blue*).

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan solusi untuk dapat digunakan oleh BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) agar

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

setelah kabut pada citra gunung dapat dihilangkan, diperoleh informasi penting tentang keadaan gunung.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

Dalam dunia visi komputer, permasalahan yang terkait dengan reduksi kabut atau dehazing sering disebut dengan *ill-posed problem*. Suatu permasalahan disebut sebagai *ill-posed problem* jika solusi dari permasalahan tersebut beragam. Metode-metode dalam pengolahan citra berkabut telah banyak dikembangkan. Diantaranya ada yang menggunakan pendekatan secara *prior* yaitu asumsi atau pengetahuan yang digunakan sebelum proses utama.

Pada bagian ini, kami melakukan kajian terhadap penelitian-penelitian terkait dengan permasalahan kabut. Kami tidak membahas secara detil teknis dari metode yang dikembangkan oleh peneliti terkait. Fokus kami pada kajian ini lebih ke arah permasalahan yang diangkat oleh para peneliti sebelumnya, metode yang digunakan, dan bagaimana hasil penelitian mereka.

2.1. Penelitian Terkait

Peneliti awal yang menggunakan teknik pengolahan citra untuk menghilangkan kabut dari satu gambar, misalnya metode menghilangkan kabut berbasis histogram (T.K.Kim, 1998). Namun, efek menghilangkan kabut terbatas, karena gambar berkabut tunggal tidak dapat memberikan banyak informasi. Kemudian, peneliti mencoba untuk meningkatkan kinerja *dehazing* menggunakan beberapa gambar.

Berbagai teknik penghilangan kabut asap telah diusulkan untuk meningkatkan visibilitas gambar yang terdegradasi. Pendekatan informasi tambahan, berbagai pendekatan gambar dan pendekatan gambar tunggal adalah kategori utama teknik penghilangan kabut. Efisiensi penghilangan kabut dapat

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

berubah sebagai respons terhadap berbagai kondisi cuaca dan objek pemandangan dalam lingkungan yang realistis. Secara khusus, beberapa metode tidak dapat menangani distorsi warna dan struktur kompleks secara memadai. Dalam situasi ini, gambar yang dipulihkan akan menampilkan pergeseran warna dan efek artefak. Untuk mengatasi masalah ini, teknik *visibility restoration* telah dikembangkan dan memainkan peran penting dalam banyak aplikasi visi komputer yang beroperasi dalam berbagai kondisi cuaca.

Peneliti yang menggunakan teknik *visibility* yaitu (Jean-Philippe Tarel, 2009) , dia memperkenalkan algoritma dan varian baru untuk restorasi visibilitas dari satu gambar. Keuntungan utama dari algoritma yang diusulkan dibandingkan dengan yang lain adalah kecepatannya: kompleksitasnya adalah fungsi linier dari jumlah piksel gambar saja. Kecepatan ini memungkinkan restorasi visibilitas diterapkan untuk pertama kalinya dalam aplikasi pemrosesan *real-time* seperti tanda, penandaan jalur, dan deteksi hambatan dari kamera di dalam kendaraan.

Pada tahun 2013 (Shih-Chia Huang, 2013) mengusulkan pendekatan restorasi visibilitas baru berdasarkan penggunaan konjungtif dari operasi median filter, teknik koreksi gamma adaptif, asumsi dunia abu-abu, dan metode *dark channel prior*. Fitur utama dari metode yang kami usulkan disusun dalam tiga modul yaitu: modul Estimasi Kedalaman (DE), modul Analisis Warna (CA), dan modul Visibilitas Restorasi (VR). Shih-Chia Huang dkk menyebutkaan bahwa metodenya terbukti efektif dengan perbandingan kualitatif dan kuantitatif dari hasil yang dihasilkan oleh metode kami dengan yang dihasilkan oleh metode He et al. untuk beberapa adegan realistis yang diambil dalam kondisi cuaca yang bervariasi.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Peneliti lainnya yaitu (Salini N, 2016) yang menyatakan hasil percobaan menunjukkan bahwa metode yang di usulkan dapat meghilangkan kabut yang unggul dibandingkan dengan metode sebelumnya melalui evaluasi kualitatif dan kuantitatif dari berbagai pemandangan yang diambil selama berbagai kondisi cuaca.

Peneliti lainnya (Hikmah, 2017) dalam skripsinya yang berjudul Penerapan FADE Untuk Mengukur Citra Pasca Prses *Haze Removal* (Studi Kasus Citra Berkabut Pada Kawah Gunung Kelud). Dari penelitian Fitri Nurul Hikmah kami ingin meneruskan penelitian tersebut dengan menambah metode *visibility restoration* yang kami harapkan bisa memperoleh hasil yang lebih opmimal.

2.2. Proses Terbentuknya Kabut

Berdasarkan prosesnya kabut dibedakan menjadi beberapa jenis diantaranya Kabut Radiasi *(Radiation Fog)* terjadi bila udara lembab bersinggungan dengan permukaan tanah yang lebih dingin akibat radiasi bumi pada malam hari, sehingga timbul inversi suhu di lapisan dekat permukaan tanah. Kabut Adveksi *(Advection Fog)* terjadi akibat adanya gerakan udara yang panas dan lembab keatas permukaan yang dingin. Kabut Uap *(Steam Fog)* terjadi karena adanya penguapan yang kuat dari permukaan air panas yang bercampur kedalam udara yang lebih dingin dan akan mengakibatkan terjadinya kondensasi yang lebih cepat terhadap uap air tersebut. Kabut Lereng *(Upslope Fog)* Terjadi jika udara lembab naik secara lambat sepanjang lereng pegunungan sehingga akan mengalami pendinginan secara adiatik. Kabut Tekanan *(Barometrik Fog)* Terjadi jika distribusi tekanan suhu diatas mengalami perubahan yaitu suatu lapisan udara lembab pada permukaan mengalami penurunan tekanan barometrik. Kabut Percampuran *(Mixing Fog)* Terjadi jika udara yang lembab panas bertemu dengan udara lembab yang dingin,

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

maka percampuran di daerah pertemuan dapat menghasilkan penjenuhan dan kondensasi. (Kurniawan, 2008)

2.3. Kabut

Kabut adalah uap air yang berada dekat permukaan tanah berkondensasi dan menjadi mirip awan. Hal ini biasanya terbentuk karena suhu dingin yang membuat uap air berkondensasi dan kadar kelembaban mendekati 100%. Ada banyak Macam dari kabut, salah satunya adalah kabut gunung yang akan menjadi studi kasus dalam penelitian. Sedangkan awan adalah massa yang dapat dilihat dari tetesan air atau kristal beku tergantung di atmosfer di atas permukaan bumi. Macam kabut terbagi menjadi 4 dan salah satunya adalah kabut gunung yang akan menjadi studi kasus dalam penelitian ini.

Dalam menentukan kategori kabut tipis, sedang dan tebal kami menggunakan acuan dari (Fan Guo, 4 May 2014).

Tabel 2.1 Perbedaan jenis kabut.

No	Weather	Visibility distance	Extinction coefcient
1	Dense fog	<50 m	>78.2
2	Tick fog	50–200 m	78.2–19.6
3	Moderate fog	200–500 m	19.6–7.82
4	Light fog	500 m–1 km	7.82–3.91
5	Tin fog	1 km-2 km	3.91–1.96
6	Haze	2 km–4 km	1.960–0.954
7	Light haze	4 km–10 km	0.954–0.391
8	Clear	10 km–20 km	0.391–0.196
9	Very clear	20 km–50 km	0.196–0.078
10	Extremely clear	>50 km	0.0141

Dari Tabel 2.1 dapat dilihat perbedaan tiap jenis kabut dari no 1 sampai no 10. Perbedaannya yaitu dari *visibiliy dsitance* dan *extinction coefcient.*

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Gambar 2.1 Citra kabut.

2.3.1. Kabut Adveksi

Kabut Adveksi adalah kabut yang terbentuk dari aliran udara yang melalui suatu permukaan yang memiliki suhu yang berbeda. Salah satu contoh kabut ini adalah kabut Laut yang terjadi ketika udara yang basah dan hangat mengalir di atas suatu permukaan yang dingin. Kabut laut sering muncul di sepanjang pesisir pantai dan di tepi-tepi danau.

2.3.2. Kabut Frontal

Kabut Frontal terbentuk melalui suatu pertemuan antara dua masa udara yang berbeda temperaturnya. Kabut ini terbentuk ketika hujan turun dari masa udara yang hangat ke dalam masa udara yang dingin tempat uap air menguap. Dengan demikian akan menyebabkan uap air pada udara dingin melampau titik jenuh.

2.3.3. Kabut Radisi

Kabut Radisi terbentuk pada malam yang tenang dan bersih, ketika tanah memancarkan kembali panas ke dalam udara. Satu lapis kabut terbentuk di seluruh permukaan tanah, dan secara bertahap bertambah menjadi tebal. Kabut Radiasi sering muncul di lembah-lembah yang dalam.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2.3.4. Kabut Gunung

Kabut Gunung terbentuk ketika uap air bergerak menuju keatas melewati lereng-lereng gunung. Udara dingin bergerak ke atas lereng sampai tidak sanggup menahan uap air. Titik-titik kabut kemudian terbentuk di sepanjang lereng gunung.

2.4. *Dehazing*

Dehazing merupakan sebuah teknik untuk menghilangkan *noise* berupa kabut dalam citra sehingga citra tersebut menjadi sempurna tanpa adanya kabut atau yang dikenal dengan istilah *noise*. Pada proses *preprocessing*, yang dilakukan adalah peningkatan kualitas citra, perbaikan citra, dan menghilangkan kabut (*dehazing*). Peningkatan kualitas citra berfungsi untuk mengatur kontras, kecerahan, dan ketajaman.

Untuk menggambarkan pembentukan citra kabur, yang diusulkan oleh (Cartney, 1976) secara luas digunakan dalam visi komputer dan pengolahan citra. Model dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\boldsymbol{I(x) = J(x)t(x) + A(1 - t(x))} \quad (2.1)$$

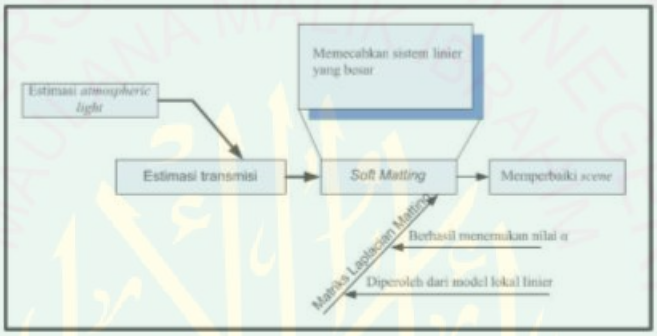
dimana I merupakan gambar kabur, J yaitu skema cahaya yang mewakili citra kabut bebas, A merupakan cahaya atmosfer, t adalah media transmisi, β merupakan koefisien hamburan atmosfer dan d yaitu kedalaman *scene*. Tujuan *dehazing* adalah untuk menghilangkan A dan t, kemudian mengembalikan J menurut Persamaan (2.1).

2.4.1. *Dark Channel Prior*

Dark channel prior dilakukan berdasarkan statistik citra bebas kabut untuk luar ruangan. Asumsi yang melatarbelakangi adalah kenyataan bahwa pada sebagian besar daerah sekitar yang tertutup kabut, sebagian besar memiliki piksel

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

(disebut piksel gelap) yang memiliki intensitas rendah dalam salah satu warna dari warna RGB. Pada citra yang terdapat kabut, intensitas piksel gelap ini pada umumnya disebabkan oleh *airlight*. Oleh karena itu, piksel gelap ini secara langsung dapat memberikan estimasi yang tepat dari transmisi kabut. Untuk meningkatkan kualitas peta transmisi yang dihasilkan, maka dikembangkan metode interpolasi berupa *soft matting* (K. He, 2009). Ditunjukkan dalam Gambar 2.2 diagram blok *dark channel prior* sebagai berikut:



Gambar 2.2 Diagram blok *dark channel prior*.
Sumber: He dkk, 2009.

Berikut adalah model matematis dari *Dark Channel Prior* (DCP) :

$$\boldsymbol{J\,dark} = \frac{\boldsymbol{min}}{\boldsymbol{p\varepsilon\Omega}} \left(\frac{\boldsymbol{min}}{\boldsymbol{c\varepsilon(r,g,b)}} \left(\boldsymbol{Jc(P)}\right)\right) \quad (2.2)$$

Dimana, Jc merupakan skalar, operator "minc∈{r,g,b}" diberlakukan untuk setiap piksel, operator "minx"∈Ω(x)" adalah filter minimum. *Dark channel* merupakan hasil perhitungan dua operator minimum. Operator pertama adalah mincε(r,g,b). Operator ini berfungsi untuk mengambil nilai minimal warna RGB yang berada pada tiap-tiap piksel. Kedua adalah operator minpεΩ(x), operator ini digunakan untuk memproses tiap piksel dari jendela blok dalam ukuran tertentu.

Proses perhitungan metode *dark channel* dapat digunakan untuk objek berupa citra. Citra yang digunakan tidak harus berupa citra yang benar-benar cerah

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

atau tidak mengandung kabut. Jadi, metode *dark channel* bisa digunakan untuk citra berkabut maupun citra yang tidak berkabut. (K. He, 2013)

2.4.2. *Atmospheric Light Estimation*

Atmospheric Light Estimation dalam gambar yang berkabut, diambil 0,1% piksel paling terang dari dalam *dark channel prior*. Diantara piksel dengan intensitas tertinggi dalam gambar input ditentukan menjadi hasil dari *atmospheric light estimation* (Shih-Chia Huang, 2013). Berikut merupaka rumus dari *atmospheric light estimation*:

$$\mathbf{J^c(x) = R^c(x)A \ \ Dimana \ R \ \leq 1} \tag{2.3}$$

Kemudian di ganti persamaan (2.1) dan (2.2), sehingga menghasilkan rumus berikut:

$$\boldsymbol{I(x) = R(x)At(x) + \big(1 - t(x)\big)A \leq A} \tag{2.4}$$

2.4.3. *Transmission Map*

Peta transmisi atau *transmission map* bisa dikatakan sebagai tingkat transparansi dari suatu citra (K. He, 2011). Sedangkan menurut (Fattal, 2008), peta transmisi disebut sebagai sebagian porsi cahaya yang telah melewati jalur propagasi antara pemantau dengan suatu titik permukaan objek latar. Peta transmisi disimbolkan dengan peubah skalar yang bernilai antara 0,1.

Pada kondisi tertentu, sebagai contoh saat turun kabut tebal, proses hamburan pada satu partikel kabut tidak akan berulang pada partikel yang sama (Nayar, 2002). Jika proses ini terus terjadi, maka akan terjadi proses hamburan yang banyak. Inilah yang menyebabkan citra pada latar mengalami kekaburan.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Proses hamburan yang terjadi dari objek latar, kemudian melewati partikel kabut dengan kondisi yang beragam, lalu mencapai titik pengamat dengan bisa dirumuskan dengan :

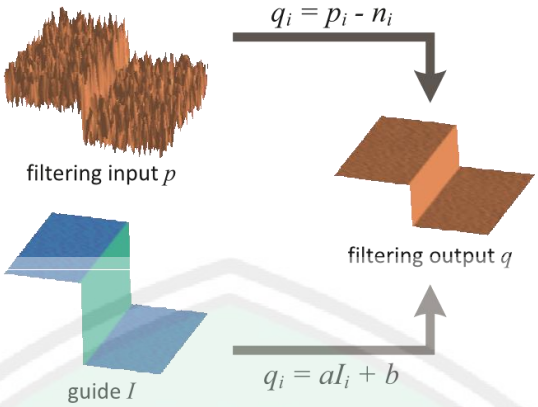
$$\mathbf{t(x)} = \mathbf{e^{-\beta\, d(x)}} \tag{2.5}$$

Dimana β yaitu koefisien hamburan atmosfer, dan d (x) merupakan kedalaman adegan antara kamera digital dan objek yang ditangkap untuk setiap piksel x dalam gambar.

2.4.4. *Guided Image Filter*

Guided image filter adalah metode untuk menghitung hasil *filter* dengan mempertimbangkan konten gambar penuntun, yang merupakan gambar *input* itu sendiri atau gambar lain yang berbeda. *Guided image filter* memiliki algoritma cepat, bergantung dari ukuran *kernel* (inti) dan kisaran intensitas. Saat ini *guided image filter* merupakan salah satu *edge-preserving filter* (teknik pengolahan citra untuk menghaluskan tekstur dan mempertahankan ketajaman tepi) tercepat. *Guided image filtering* adalah teknik penyaringan gambar yang mengambil dua *input*, yaitu *input* gambar yang perlu ditingkatkan dan koefisien *filter* untuk pengolahan gambar. Koefisien *filter* dalam metode *guided image filter* bersifat tidak tetap dan ditentukan menggunakan gambar pembimbing. Dalam hal ini, gambar pembimbing merupakan gambar masukan itu sendiri. (Kaiming He, 2010).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Gambar 2.3 *Guided image filter* (He, 2013).

Menurut Kaiming He, langkah awal *guided image filter* yaitu mendefinisikan proses *filtering translation-variant* linier, yang melibatkan *guidance image* (gambar bimbingan) I, citra *input filtering p*, dan citra *output q*. Baik *I* dan *p* sudah ditentukan sebelumnya sesuai dengan aplikasinya, dan keduanya boleh identik. *Output filtering* pada pixel *i* dinyatakan sebagai pembebanan rata-rata:

$$\boldsymbol{q_i = \sum_j W_{ij}\,(I)\,p_j} \tag{2.7}$$

Dimana *i* dan *j* adalah piksel indeks. *Filter kernel* merupakan fungsi dari *guidance image I* dan independen terhadap *p*. *filter* ini linier terhadap *p*. Contoh dari *filter* ini merupakan *joint bilateral filter* (varian dari *bilateral filter* yang memisahkan gagasan tepi untuk mempertahankan kehalusan citra).

Guided image filter merupakan model *local linear* antara *guidance I* dan hasil *filter output q*. diasumsikan *q* merupakan transformasi linier dari *I* pada *window* ω_k dengan pusat piksel *k:*

$$\boldsymbol{q_i = a_k I_i + b_k, \forall_i \in \omega_k} \tag{2.8}$$

Dimana (a_k, b_k) merupakan koefisien linier yang diasumsikan memiliki nilai konstan pada ω_k. *Window* yang digunakan adalah *window* persegi dengan radius *r*. model *local linear* ini memastikan bahwa *q* memiliki tepi hanya jika *I*

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

memiliki tepi, karena $\nabla_q\ a\nabla I$. Model ini sudah diakui sangat berguna pada *dehazing* (He, 2009).

Dalam menentukan koefisien linier (a_k, b_k), diperlukan batasan dari *filter* keluaran *q*. Keluaran *q* dimodelkan sebagai *input p* untuk mengurangi beberapa komponen *n* yang tidak diinginkan seperti *noise/texture:*

$$q_i = p_i - n_i \tag{2.9}$$

Solusi yang dipakai dengan meminimize perbedaan antara q dan p dalam penerapan model linier. Khususnya, meminimalkan *cost fuction* berikut pada *window* ω_k :

$$E(a_k, b_k) = \sum_{i\in\omega_k}((a_k I_i + b_k - p_i)^2 + \in a_k{}^2) \tag{2.10}$$

Persamaan 2.10 adalah model *linear ridge regression* dan solusi dari persamaan tersebut adalah:

$$a_k = \frac{\frac{1}{|\omega|}\sum i\in\omega_k I_i\, p_i - \mu_k \bar{p}_k}{\sigma_k^2 + \in} \tag{2.11}$$

$$b_k = \bar{p}_k - a_k \mu_k \tag{2.12}$$

Setelah menghitung (a_k, b_k) untuk semua jendela ω_k pada citra, kemudian kita menghitung *filtering output* menggunakan persamaan:

$$q_i = \frac{1}{|\omega|}\sum k|i\in\omega_k (a_k I_i + b_k) \tag{2.13}$$

Dengan catatan bahwa $\sum_{k|i\in\omega_k}{}^{ak} = \sum_{k\in\omega_i}{}^{ak}$ berdasarkan bentuk semetris dari *box window*, maka persamaan diatas dapat ditulis menjadi:

$$q_i = \bar{a}_i I_i + \bar{b}_i \tag{2.14}$$

Persamaan 2.8, 2.9, dan 2.11 adalah difinisi dari *guided image filter*. *Pseudocode* dari persamaan tersebut terdapat dalam algoritma 1. Pada algoritma ini, f_{mean} merupakan *mean filter* dengan radius *window r*. dengan *abbreviations of*

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

correlation (corr), variance (var), dan *covariance (cov)* mengindikasikan makna *intuitive* dari variabel tersebut.

Algoritma 1. *Guided Image filter*.

Masukan: *filtering input image p, guidance image I, radius r, regularization* ∈

Keluaran: *filtering output q.*

1: $mean_1 = f_{mean}(I)$

$mean_p = f_{mean}(p)$

$corr_1 = f_{mean}(I.*I)$

$corr_{I_p} = f_{mean}(I.*p)$

2: $var_I = corr_I - mean_I.* mean_I$

$cov_{I_p} = corr_{I_p} - mean_I.* mean_p$

3: $a = cov_{I_p}/(var_I + \in)$

$b = mean_p - a.* mean_I$

4: $mean_a = f_{mean}(a)$

$mean_b = f_{mean}(b)$

5: $q = mean_a.* I + mean_b$

Dimana f_{mean} merupakan *mean filter* dengan *wide variety of O(N) Time methods.*

2.4.5. *Scene Radiance*

Proses *scene radiance* adalah tahap untuk mengembalikan nilai RGB dari citra hasil proses *dark channel prior* sampai *guided filter*. Berikut persamaan *scene radiance*:

$$J^c(x) = \frac{I^c(x) - A^c}{GF} + A^c, for\ c \in \{r, g, b\} \quad (2.6)$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Dimana nilai t0 adalah 0,1. Penting untuk dicatat bahwa pancaran ulang adegan dapat rentan terhadap produksi suara ketika transmisi t (x) mendekati nol. Dengan demikian, He et al. mempertahankan sedikit kabut dengan t0 untuk daerah-daerah di mana kabut tebal (Shih-Chia Huang, 2013).

2.4.6. *Visibility Restoration*

Restorasi adalah mengembalikan atau pemulihan pada keaadaan semula, yaitu mengembalikan keadaan citra berkabut menjadi citra aslinya (tidak berkabut) menggunakan teknologi pengolahan citra digital. Sedangkan visibilatas adalah keadaan dapat dilihat dan diamati. Keadaan yang dimaksud yaitu keadaan kawah Gunung Kelud dapat dilihat jelas walaupun sedang dalam keadaan berkabut. Disilah perlunya restorasi visibilitas untuk mengembalikan atau memulihkan citra berkabut ke keadaan mendekati citra asli (T.R, 1988).

Metode *visibility restoration* sudah banyak digunakan sebelumnya, misalnya *Fast Visibility Restoration from a Single Color or Gray Level Image*, Sumber kesulitan ketika memproses gambar luar adalah adanya kabut, kabut atau asap yang memudar warna dan mengurangi kontras dari objek yang diamati. Kami memperkenalkan algoritme dan varian baru untuk pemulihan visibilitas dari satu gambar. Keuntungan utama dari algoritma yang diusulkan dibandingkan dengan yang lain adalah kecepatannya. Kompleksitasnya adalah fungsi linear dari jumlah piksel gambar saja. Kecepatan ini memungkinkan restorasi visibilitas untuk diterapkan untuk pertama kalinya dalam aplikasi pemrosesan waktu nyata seperti tanda, penandaan lajur dan deteksi hambatan dari kamera di dalam kendaraan. Keuntungan lain adalah kemungkinan untuk menangani kedua gambar warna atau gambar tingkat keabuan karena ambiguitas antara keberadaan kabut dan objek

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

dengan saturasi warna rendah dipecahkan dengan asumsi hanya benda kecil yang dapat memiliki warna dengan saturasi rendah. Algoritma ini hanya dikontrol oleh beberapa parameter dan terdiri dari: inferensi veil atmosfer, restorasi citra dan smoothing, pemetaan nada. Sebuah studi komparatif dan evaluasi kuantitatif diusulkan dengan beberapa negara lain dari algoritma seni yang menunjukkan bahwa hasil kualitas yang sama atau lebih baik diperoleh. (Jean-Philippe Tarel, 2009).

Visibility restoration sendiri mengacu pada metode yang berbeda yang bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan degradasi yang terjadi ketika citra digital diperoleh. Degradasi mungkin disebabkan oleh berbagai faktor seperti gerakan objek-kamera relatif, blur karena misfocus kamera, turbulensi atmosfer relatif, dan lainnya. Metode ini membahas tentang degradasi karena cuaca buruk seperti kabut, badai pasir, dan salju dalam sebuah gambar. Kualitas gambar di luar ruangan dalam kondisi cuaca berkabut biasanya terdegradasi oleh hamburan cahaya sebelum mencapai kamera karena partikel-partikel tersuspensi dalam jumlah besar di atmosfer. Fenomena ini mempengaruhi kerja normal sistem pemantauan otomatis, sistem pengenalan luar ruang dan sistem transportasi cerdas. Hamburan disebabkan oleh dua fenomena mendasar seperti atenuasi dan cahaya udara. Dengan menggunakan penghapusan gambar kabut secara efektif, meningkatkan stabilitas dan kekokohan sistem visual. (Naseeba T, 2016).

Visibility restoration yang diusulkan menggunakan peta transmisi yang disesuaikan dan informasi terkait warna yang dihasilkan masing-masing oleh informasi mendalam dan modul analisis warna untuk memulihkan citra bebas kabut berkualitas tinggi. Hasil eksperimen yang dihasilkan oleh kedua metode dievaluasi

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

dengan perbandingan kualitatif dan kuantitatif dari gambar beberapa gambar realistis dengan berbagai kondisi cuaca dan fitur. Analisis ini menggambarkan efisiensi dari pendekatan restorasi visibilitas yang diusulkan ini. Tidak hanya dapat secara efektif mengatasi masalah signifikan mengenai distorsi warna dan struktur kompleks, tetapi juga dapat menghasilkan gambar berkualitas tinggi, bebas kabut, lebih efektif dari pada metode yang ada. Untuk menghitung pemulihan visibilitas yang ditingkatkan sebagai berikut:

$$J^c = \frac{I^c(x) - (A^c - d^c)}{GF} + (A^c - d^c), for\ c \in \{r, g, b\} \quad (2.15)$$

Dimana J (x) adalah skema pancaran, I(x) adalah intensitas gambar kabur yang teramati, A adalah cahaya atmosfer global, d adalah nilai perbedaan warna, GF yaitu guide filter.

Berbagai teknik penghilangan kabut telah diusulkan untuk meningkatkan visibilitas gambar yang terdegradasi. Pendekatan informasi tambahan, berbagai pendekatan gambar dan pendekatan gambar tunggal adalah kategori utama teknik penghilangan kabut. Efisiensi penghilangan kabut dapat berubah sebagai respons terhadap berbagai kondisi cuaca dan objek pemandangan dalam lingkungan yang realistis. Secara khusus, beberapa metode tidak dapat menangani distorsi warna dan struktur kompleks secara memadai. Dalam situasi ini, gambar yang dipulihkan akan menampilkan pergeseran warna dan efek artefak. Untuk mengatasi masalah ini, teknik *visibility restoration* telah dikembangkan dan memainkan peran penting dalam banyak aplikasi visi komputer yang beroperasi dalam berbagai kondisi cuaca. Makalah ini mengusulkan metode *visibility restoration* baru yang menggunakan kombinasi tiga modul utama. (Naseeba T, 2016)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Dari sekian banyak referensi yang kami buat rujukan, kami memilih menggunakan *visibility restoration* dari pada *fast visibility restoration* karena prosesnya lebih mudah dan juga kami meneruskan skripsi dari Fitria Nurul Hikmah yang berjudul Penerapan FADE untuk mengukur citra pasca proses *haze removal* (studi kasus citra berkabut pada kawah gunung kelud). Kami menambahkan satu metode lagi atau satu proses lagi untuk menghilangkan kabut pada citra kwah gunung kelud sehingga kami berharap hasil yang didapatkan lebih optimal. Dari penmbahan tersebut kita dapat melihatnya pada BAB IV apakah hasil yang didapat lebih baik dari hasil maupun kecepatan waktu pemrosesannya.

2.5. FADE (*Fog Aware Density Evaluation*)

Algoritma prediksi visibilitas pada gambar berkabut memerlukan gambar tanpa kabut yang sesuai dari pemandangan yang sama dalam kondisi cuaca yang berbeda untuk membandingkan visibilitas atau objek yang menonjol dalam gambar berkabut seperti tanda jalur atau rambu lalu lintas untuk memasok isyarat jarak. Deteksi kabut otomatis Hautiere dkk. Dan estimasi metode jarak pandang bergantung pada informasi geografis samping yang diperoleh dari kamera internal, sehingga metode semacam itu hanya berfungsi dalam kondisi terbatas dan tidak serta merta berlaku untuk adegan berkabut umum. Mengenai peningkatan visibilitas gambar berkabut, algoritma *defog* yang beragam telah diperkenalkan. Karena prediksi visibilitas langsung dari gambar berkabut sulit, sebagian besar algoritma defog menggunakan perkiraan kedalaman atau peta transmisi untuk meningkatkan visibilitas menggunakan asumsi dari, misalnya, model hamburan atmosfer Koschmieder.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Fade sendiri dibagi menjadi 3 bagian. Bagian 2 merangkum model optik pembentukan gambar berkabut dan karakteristik gambar berkabut. Model prediksi kerapatan kabut persepsi dijelaskan dalam Bagian 3.

2.5.1 *Optical Image Formation And Characteristics*

1) *Optical Foggy Image Formation*

Meskipun sifat akurat hamburan kompleks karena partikel beragam yang membentuk media dan karakteristik cahaya kejadian2, model hamburan atmosfer Koschmieder yang disederhanakan14 telah digunakan untuk menjelaskan pembentukan gambar berkabut optik. 5-13 Ketika cahaya dari matahari melewati hamburan suasana kabut, cahaya yang dipantulkan dari objek langsung dilemahkan di sepanjang jalan menuju kamera. Selain itu, cahaya yang tersebar oleh atmosfer, yang disebut "airlight," ditambahkan ke kamera dan membuat warna pemandangan bergeser. Secara matematis, gambar yang diambil dari pemandangan berkabut I direpresentasikan sebagai kombinasi linear dari redaman langsung dan cahaya udara sebagai berikut:

$$I(x) = J(x)t(x) + A[1 - t(x)] \quad (2.16)$$

Di mana J (x) yaitu adegan cahaya atau gambar bebas kabut di setiap piksel x, t (x) ∈ [0,1] yaitu transmisi cahaya yang dipantulkan di atmosfer, dan A adalah cahaya langit atmosfer global yang mewakili cahaya sekitar di atmosfer. Dengan mengasumsikan atmosfirnya homogen, dan dengan mempertimbangkan cahaya yang menempuh jarak yang lebih panjang lebih dilemahkan dan tersebar, transmisi t (x) dinyatakan sebagai t (x) = exp [-βd (x)], di mana β adalah medium koefisien atenuasi, dan d (x) adalah kedalaman adegan dari kamera pada posisi piksel x.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2) *Characteristics Of Foggy Images*

Model hamburan atmosfer Koschmieder yang disederhanakan menjelaskan karakteristik yang dapat diamati dari gambar berkabut seperti kontras rendah, warna pudar, dan intensitas bergeser.5, 13 Ketika kita mengukur kontras suatu gambar dengan besarnya bidang gradien atau tepinya (atau jumlah tepi), adegan cahaya J (x) yang terlihat melalui media homogen di daerah iso-kedalaman dengan t (x) = t <1 dapat digambarkan sebagai

$$\| \nabla(x) \| = \| t\nabla J(x) + (1-t)\nabla A \| = \| t\nabla J(x) \| < \| \nabla J(x) \| \quad (2.17)$$

Dimana $\| \nabla . \|$ adalah jumlah piksel yang gradiennya lebih besar dari ambang yang diberikan. Oleh karena itu, kontras pemandangan berkabut lebih rendah daripada pemandangan berkabut. Selain itu, karena setiap piksel pada setiap saluran warna RGB memiliki kedalaman yang sama, warna gambar berkabut lebih redup daripada gambar bebas kabut karena kedalaman meningkat dari kamera ke objek pemandangan. Ini dapat dijelaskan sebagai:

$$\lim_{d\to\infty} \frac{|I_i(x)-I_j(x)|}{|J_i(x)-J_j(x)|} \approx \lim_{d\to\infty} e^{-\beta d(x)} = 0 \quad (2.18)$$

Dimana $|\cdot|$ adalah nilai absolut dan i, j□ {r, g, b} mewakili saluran RGB. Lebih jauh, karena langit atmosfer global A lebih besar dari intensitas I, intensitas pemandangan berkabut lebih besar daripada pemandangan bebas kabut seperti di bawah ini:

$$A - I(x) = [A - J(x)]t(x) > 0,$$
$$I(x) - J(x) = [A - J(x)] - [1 - t(x)] > 0 \quad (2.19)$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2.5.1. *Perceptual Fog Density Prediction Model*

1) Fog Aware Statistical Features

Fitur statistik sadar kabut pertama dan kedua diturunkan dari tambalan gambar lokal. Statistik urutan rendah esensial dari gambar-gambar berkabut dan bebas-kabut, yang relevan secara perseptual, berasal dari model spasial NSS model koefisien pengurangan dinormalisasi kontras rata-rata lokal dikurangi (MSCN). Untuk gambar kabut alami, kami telah menemukan bahwa varians dari koefisien MSCN meningkat dengan meningkatnya kepadatan kabut. Lebih lanjut, varian produk berpasangan dari koefisien MSCN yang berdekatan di sepanjang orientasi vertikal menunjukkan struktur yang teratur. Karenanya, kami menggunakan keduanya sebagai fitur statistik yang sadar kabut dan menghitungnya sebagai berikut:

$$I_{MSCN}(i,j) = \frac{I_{gray}(i,j) - \mu(i,j)}{\sigma(i,j) + 1},$$

$$\mu(i,j) = \sum_{k=-K}^{K} \sum_{l=-L}^{L} \omega_{k,l} I_{gray}(i+k, j+l),$$

$$\sigma(i,j) = \sqrt{\sum_{k=-K}^{K} \sum_{l=-L}^{L} \omega_{k,l} [I_{gray}(i+k, j+l) - \mu(i,j)]^2}$$

$$I_{Vpair_MSCN}(i,j) = I_{MSCN}(i,j).I_{MSCN}(i+1,j), \qquad (2.20)$$

Where i ∈{1, 2, … , M}, j∈{1, 2, … , N}are spatial indices, M and N are the image dimensions, and ω = {ωk,l | k = -K,…, K, l = -L,…, L} is a 2D circularly symmetric Gaussian weighting function sampled out to 3 standard deviations (K = L = 3) and rescaled to unit volume,16 and Igray is the grayscale version of I.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2) Patch Selection

Nilai fitur rata-rata dari setiap patch yang diindeks b pada fitur nomor m dihitung sebagai:

$$\delta_m(b) = \frac{I}{p^2}\sum_{i=1}^{p}\sum_{j=1}^{p} f_m(i,j), \quad (2.21)$$

Di mana fm (i, j) menunjukkan koefisien fitur pada nomor fitur m, (m = 1, 3, 5, 6, 7, dan 8). Kedua, untuk mendapatkan tambalan dari kumpulan gambar bebas-kabut alami, kami memilih nilai fitur rata-rata yang memiliki δm> Tm (ketika m = 7, δm <Tm). Ambang batas, Tm dipilih menjadi fraksi qm dari nilai fitur tambalan puncak di atas gambar kecuali ketika m = 7.

2.6. PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*) dan MSE (*Mean Square Error*)

Peak signal to noise ratio (PSNR) merupakan perbandingan antara nilai maksimum dari sinyal yang diukur dengan besarnya derau atau *noise* yang berpengaruh pada sinyal tersebut. *Noise* yang dimaksud adalah akar rata-rata kuadrat nilai *error* (MSE). PSNR biasanya diukur dalam satuan *decibel* (db). Semakin tinggi nilai PSNR maka semakin tinggi kehandalan suatu metode dalam menangani *noise*, yang dimaksud *noise* disini adalah kabut. Secara matematis, PSNR dapat dirumuskan sebagai berikut: (Cheddad, 2010)

$$PSNR = 10log_{10}(\frac{C^2max}{MSE}) \quad (2.22)$$

Dalam menentukan PSNR, terlebih dahulu harus ditentukan nilai MSE (*mean square error*). MSE adalah nilai error kuadrat rata-rata antara citra asli dengan citra hasil proses penghilangan kabut. Secara matematis, MSE dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$MSE = \frac{1}{MN}\sum_{X}^{M} = 1\sum_{y}^{N} = 1(S_{xy} - C_{xy})^2 \quad (2.23)$$

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Semakin kecil nilai MSE, semakin bagus prosedur perbaikan citra yang digunakan. Artinya, kualitas citra setelah mengalami perbaikan *noise* (setelah menghilangkan kabut) hampir sama dengan kualitas citra asalnya. Sedangkan PSNR bernilai sebaliknya, jika nilai PSNR semakin besar maka kualitas citra hasil semakin mirip dengan kualitas citra hasilnya. (Cheddad, 2010)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan mengenai tahapan-tahapan peneleitian dan bagaimana penelitian ini akan dilakukan. Selain itu juga akan dijelaskan tentang kebutuhan sistem dan *software* apa yang akan digunakan.

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Jurusan teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Dikarenakan kondisi kampus yang menunjang proses penelitian, maka penelitian diharpakan dilakukan dengan semaksimal mungkin.

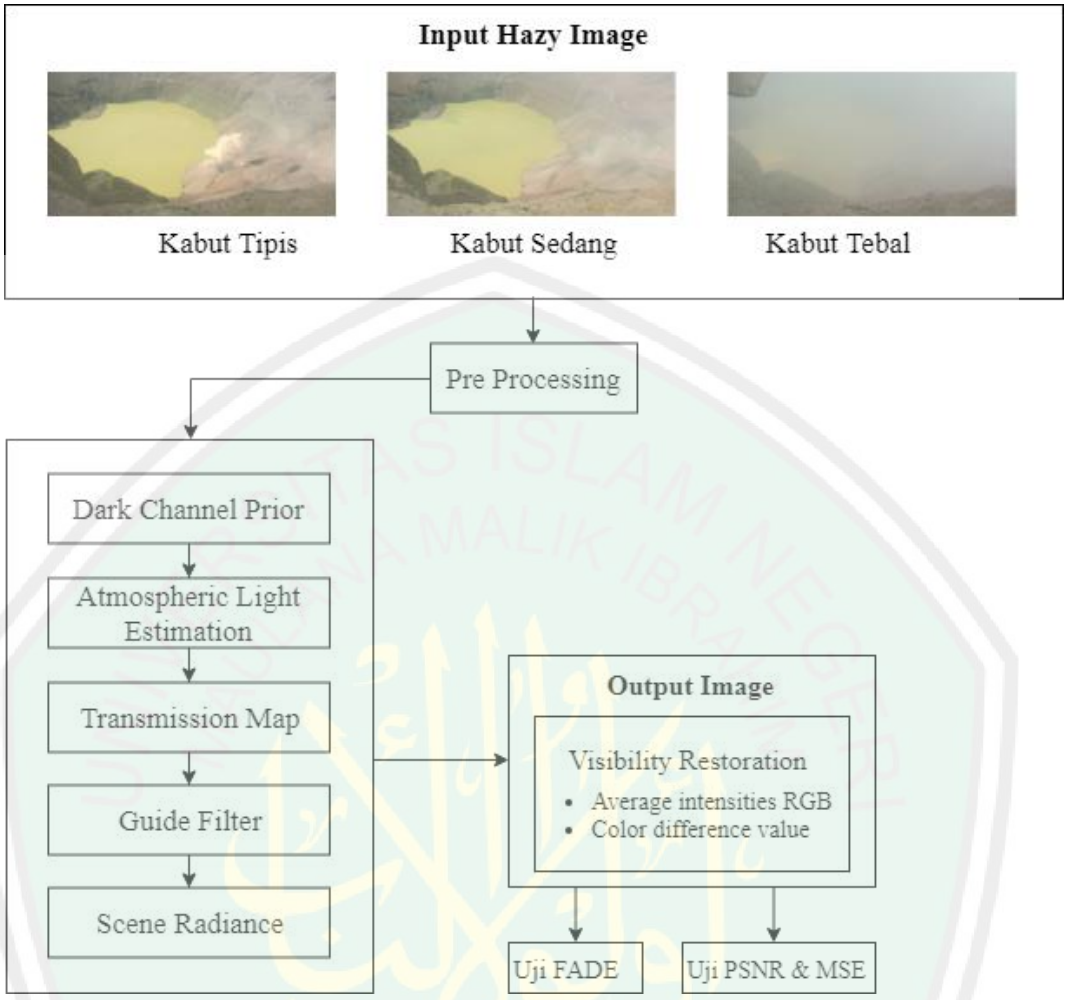
3.2. Proses Pengambilan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini diperoleh dari hasil CCTV (*Close Circuit Television*) kawah Gunung Kelud milik BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) Jawa Timur. Biasanya data yang diperoleh CCTV masih terdapat gangguan yang disebabkan oleh kabut, sehingga citra dari CCTV tersebut tidak terlihat jelas dan menyebabkan proses pemantauan kawah terganggu.

3.3. Tahap Penelitian

Dalam sebuah penelitian, diperlukan prosedur yang telah direncanakan sebelumnya agar dalam pengerjaannya dilakukan secara bertahap dan tidak melenceng dari apa yang telah diperkirakan. Adapun prosedur penelitiannya pada Gambar 3.1 :

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Gambar 3.1 Tahap penelitian.

3.3.1. *Input Hazy Image*

Hazy image adalah kabut asap, kabut dan fenomena atmosfer lainnya. *Hazy image* disini yaitu gambar berkabut yang akan menjadi inputan atau data olah dari penelitian ini. Citra masukan tersebut dikelompokkan menjadi tiga yaitu, citra berkabut tebal, citra berkabut sedang, dan citra berkabut tipis. Hal ini penting dilakukan karena untuk menentukan citra mana yang akan diproses. Setelah memasukkan gambar berkabut akan diproses menggunakan *dark channel prior*, *atmospheric light estimation*, *transmission map*, *giude filter*, *scene radiance* dan terakhir menggunakan metode yang kita gunakan *visibility*

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

restoration. Berikut *pseudo code* untuk menampillkan masukan gambar uji pada program:

- Ambil file gambar citra berkabut dalam format .png atau .jpg
- Menampilkan gambar yg telah di masukkan
- Mengatur nama file dan lokasi file gambar
- Menampilkan citra yang telah dipilih.

3.3.2. *Preprocessing*

Preprocessing adalah proses pengolahan data asli sebelum data tersebut diolah dengan metode yang kita gunakan. Tujuan *preprocessing* diantaranya : menghilangkan noise, memperjelas features (fitur) data memperkecil / memperbesar ukuran data dan mengkonversi data asli agar diperoleh data yg sesuai kebutuhan. Sedangkan contoh dari *preprocessing* yaitu : *croping* citra, *resize* citra, mengubah RGB ke *grayscale*

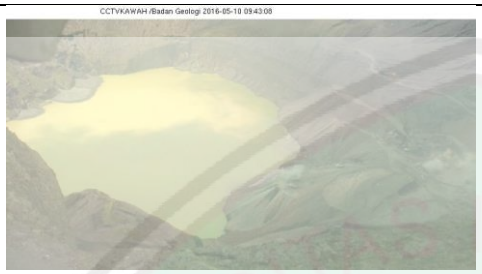
Pada tahapan *preprocessing* yang kami dilakukan pada penelitian ini adalah *croping* gambar dan pengelompokan data secara manual.

1) Pemotongan Gambar

Pada proses ini, dilakukan pemotongan gambar pada objek yaitu citra kawah gunung Kelud dari CCTV. Data yang diperoleh dari BMKG masih memiliki label tanggal, kapan kabut terekam oleh CCTV dan memiliki ukuran yang sangat besar yaitu 1024×576 sehingga pemprosesan membutuhkan waktu yang sangat lama maka dari itu dilakukan *resize* gambar atau pemotongan gambar dengan ukuran 800×400 kemudian gambar di jadikan objek pemprosesan. Untuk lebih jelasnya bias dilihat dari Tabel 3.1 dibawah ini:

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Tabel 3.1 Pemotongan gambar.

Citra Kawah Gunung Kelud Dari CCTV	Citra Kawah Gunung Kelud hasil *CROP*
	

Setelah pemotongan gambar atau menghilangkan label dari gambar, selanjutnya dilakukan proses *dehazing* yaitu *dark channel prior, atmospheric light estimation, transmission map, giude filter, scene radiance* dan terakhir menggunakan metode yang kita gunakan *visibility restoration.*

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3.3.3. Proses *Dehazing*

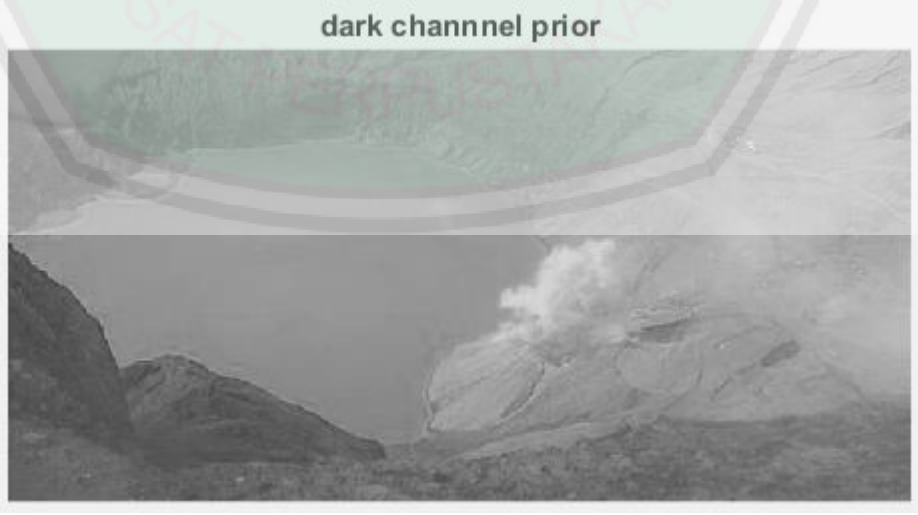
Setelah proses *input hazy image* dan *preprocessing*, tahap selanjutnya yaitu proses *dehazing* untuk menghilangkan kabut pada citra masukan dan mendapatkan citra keluaran yang bebas kabut. Berikut merupakan proses dari *dehazing*.

1. ***Dark Channel Prior***

Dark channel prior adalah proses untuk mengubah citra RGB menjadi citra *grayscale* karena citra berkabut memiliki warna putih yang tidak merata. Berikut merupakan *pseudocode* dari *dark channeling*:

- Citra masukan
- *Resize* citra berdasarkan nilai *width* dan *height*
- Mengembalikan nilai pada *size* awal
- Mencari nilai minimal dari nilai RGB
- Hasil proses citra *dark channeling* (citra *grayscale*)

Dari tahapan diatas, hasil dari proses *dark channel prior* dapat dilihat pada Gambar 3.2 dibawah berikut:



Gambar 3.2 *Dark channel prior*.

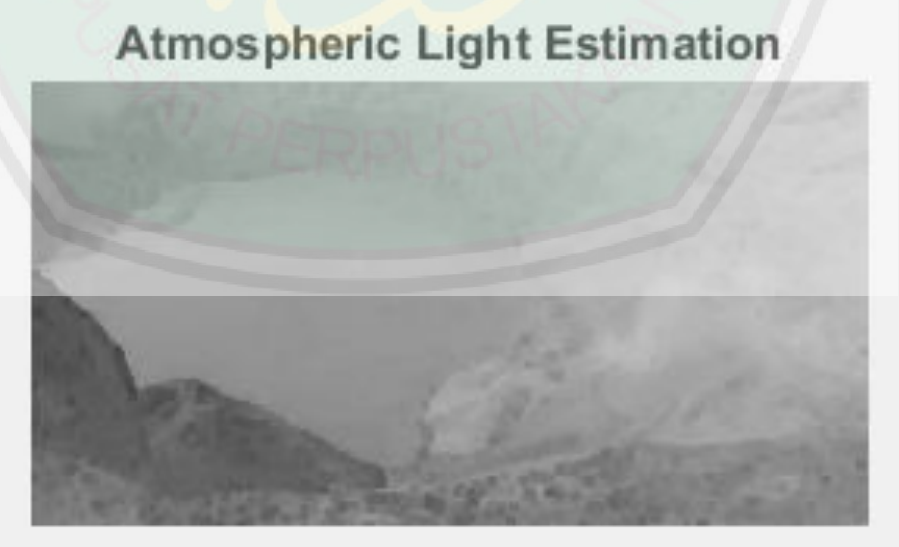
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2. *Atmospheric Light Estimation*

Dalam proses ini bertujuan untuk menemukan titik terang dari gambar asli dan memilih nilai piksel sebagai warna cahaya atmosfir. Dapat diketahui bahwa cahaya ini cahaya yang digunakan untuk memperterang suatu gambar atau citra sehingga gambar tampak lebih halus dan cerah. Dan *noise* (gangguan) tampak hilang atau berbeda dengan input gambar awal. Berikut merupakan *pseudocode* dari *atmospheric light estimation:*

- Hasil *dark channel*
- Nilai *patch size*
- Proses nilai *patch size*
- Proses *dehazing* sesuai dengan patch masukan
- Citra *grayscale* sesuai *patch size* masukan

Dari tahapan diatas, hasil dari *atmospheric light estimation* bisa dilihat pada contoh Gambar 3.3 berikut:



Gambar 3.3 *Atmospheric light estimation*.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3. *Transmission map*

Transmission map adalah proses yang dilakukan setelah proses *atmospheric light estimation*. Setelah mendapatkan citra grayscale, selanjutnya citra ditransmisikan pada setiap piksel yang digunakan, untuk menangkap tepi citra yang terputus. *Transmission map estimation* merubah piksel dari citra *grayscale* menjadi intensitas tinggi. Berikut merupakan *pseudocode* dari *transmission map estimation:*

- Citra *grayscale* sesuai *patch size* masukan *(*hasil *atmospheric light estimation)*
- Proses *transmission map estimation* (255-hasil Citra *grayscale* sesuai *patch size* masukan (hasil *atmospheric light estimation*)
- Citra *grayscale* terbalik

Dari tahapan diatas, hasil *transmission map* bisa dilihat pada gambar berikut:

Gambar 3.4 *Transmission map*.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

4. *Guided Filter*

Setelah proses *transmission map*, tahap selanjutnya yaitu *soft mating*. Dan pada penelitian kali ini *soft mating* menggunakan *guide filter*. Berikut merupakan contoh gambar dari *guided image filter*:

Gambar 3.5 *Guide filter*.

Proses *guide filter* diolah menggunakan fungsi *boxfilter*, dimana nilai RGB dan nilai *grayscale* ditentukan terlebih dahulu. Setelah itu dihitung nilai RGB dikalikan dengan nilai grayscale dan nilai *grayscale* dikalikan dengan nilai *grayscale*. Setelah itu menghitung ((*grayscale* * *grayscale*) - (*grayscale* * RGB)) yang menghasilkan citra yang sudah bebas kabut. Proses *guide filter* dapat dilihat dibawah ini

- Citra masukan hasil *transmission map*
- Proses *soft mating*
- *Resize* citra
- Menghitung (*grayscale* * RGB) dan (*grayscale* * *grayscale*)
- Menghitung ((*grayscale* * *grayscale*) - (*grayscale* * RGB))
- Citra keluaran

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

5. *Scene Radiance Recovery*

Setelah melewati proses *guide filter* yaitu *scene radiance*. Pada penelitian sebelumnya setelah proses *transmission map* yaitu proses *refined* dan *enhance transmission*. Pada penelitian kali ini kedua proses tersebut diganti dengan proses *guide filter* dan *scene radiance*. Proses *scene radiance* akan memperbaiki kualitas cahaya. Sebelum memperbaiki kualitas cahaya, Proses *scene radiance* adalah proses untuk mengembalikan nilai RGB setelah melalui proses *dark channel prior* sampai *guide filter* yang merupakan citra *grayscale* menjadi citra RGB. Berikut *pseudo code* dari proses *scene radiance*:

- Hasil *guide filter*
- Proses *scene radiance* (ssr=2*hasil *transmission map* / 255)
- Mengembalikan nilai rgb
- Hasil proses *scene radiance*

Dari tahapan diatas, hasil dari proses *scene radiance* bisa divisualisasikan pada Gambar 3.6 berikut:

Gambar 3.6 *Scene radiance*.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

6. *Visibility Restoration*

Tahapan terakhir dari penelitian ini yaitu proes *visibility restoration. Visibility restoration* mengacu pada metode yang berbeda yang bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan degradasi yang terjadi ketika citra digital diperoleh.

Ketika proses uji coba akan terlihat nilai visibilitas dari citra berkabut sebelum dan sesudah melalui proses *dehazing*. Kemudian nilai dari citra masukan dan citra setelah proses *dehazing* akan terlihat. Proses ini akan dilakukan dengan parameter *visibility restoration* yang merupkan algoritma untuk mengurangi atau menghilangkan degradasi pada citra dan menghasilkan citra keluaran yang bebas dari kabut. Untuk lebih jelasnya, berikut hasil proses *visibility restoration:*

- Citra masukan dari proses*Scene radiance*
- Pemulihan citra menggunakan *visibility restoration*
- Hasil *output image* dari *visibility restoration*

Dalam proses *visibility restoration* ada beberapa tahap yang bias dilihat pada rumus dibawah:

$$J^c = \frac{I^c(x)-(A^c-d^c)}{GF} + (A^c - d^c), for\ c \in \{r, g, b\} \quad (3.1)$$

Dimana J (x) adalah *scene radiance*, I(x) adalah intensitas gambar kabur yang teramati, A adalah cahaya atmosfer global, d adalah nilai perbedaan warna, GF yaitu guide filter. S*cene radiance* sendiri yaitu proses yang dapat memulihkan adegan cahaya citra. Sedangkan intensitas dari gambar kabur yang diamati yaitu gambar kabur terbentuk ketika ada masalah dengan penyerapan cahaya dan hamburan oleh partikel atmosfer antara kamera digital dan objek

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

yang ditangkap. Situasi ini dapat timbul karena cuaca buruk seperti kabut, global atmospheric light, dan nilai dari perbedaan warna. Dari tahapan diatas, Gambar 3.7 merupakan hasil gambar dari proses *visibility restoration*:

Gambar 3.7 *Visibility restoration*.

Hasil dari proses *dehazing* kemudian disimpan oleh *user*, hasil tersebut merupakan citra dengan kualitas citra yang lebih baik.

3.4. Perhitungan Manual

Untuk mempermudah memahami langkah-langkah dari proses dehazin diatas. Maka penulis membuat contoh perhitungan manual dari langkah-langkah tersebut. Berikut merupakan contoh perhitungan manualnya:

Tabel 3.2 Perhitungan manual dari proses *dehazing* citra.

NO	Nama Proses Dehazing	Proses	Keterangan
1.	*Input Hazy Image*		masukan berupa citra berkabut tipis.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

2	*Pre Processing*	R = 130 149 174 191 199 146 211 194 195 200 194 210 213 202 206 133 206 206 201 201 143 149 190 180 186 G = 131 150 172 188 191 145 210 192 190 192 191 207 207 194 197 128 201 199 191 190 137 143 181 168 174 B = 99 119 149 169 180 114 180 167 170 179 158 176 181 173 180 96 169 171 166 170 103 111 152 142 150	Pada tahap ini dilakukan pemotongan gambar dan citra inputan di ubah menjadi piksel 5x5. Gambar disamping merupaka nilai RGB dari yang didapat.
3	*Dark channel prior*	Dark Channel Prior = 99 119 149 169 180 114 180 167 170 179 158 176 181 173 180 96 169 171 166 170 103 111 152 142 150	Hasil proses DCP diperoleh dari nilai minimum dari RGB citra masukan. (Rumus 2.1).
4	*Atmospheric Light Estimation*	Atmospheric Light Estimation = 99 119 149 169 0 114 167 167 170 0 96 169 166 166 0 96 111 142 142 0 0 0 0 0 0	Hasil proses ALE diperoleh dari nilai minimum dari DCP yang didapat dari *neighbour* setiap piksel RGB *Dark channel prior*. (Rumus 2.3)
5	*Transmission Map*	Transmission Map = 156 136 106 86 255 141 88 88 85 255 159 86 89 89 255 159 144 113 113 255 255 255 255 255 255	Nilai 255 di kurangi hasil nilai setiap piksel RGB *Atmospheric Light Estimation*. (Rumus 2.4).
6	*Guide Filter*	Guide Filter = 1.1230 0.4793 0.2164 0.5551 0.7210 1.0061 0.6160 0.6110 0.6248 0.7466 0.6298 0.5999 0.7793 0.7205 0.8245 1.2091 0.5825 0.6350 0.6875 0.7099 1.1569 1.1389 0.7802 0.9306 0.8875	Proses menghaluskan tepi gambar.(Rumus 2.7)

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

7	*scene radiance*	Scene Radiance (R) = 104.6154 130.6250 179.6226 232.2674 199.0000 126.5957 288.8068 239.5455 245.0000 200.0000 208.4906 288.6047 293.2022 261.6854 206.0000 110.6604 233.7500 251.2389 239.9558 201.0000 143.0000 149.0000 190.0000 180.0000 186.0000 (G) = 106.2500 132.5000 174.8113 223.3721 191.0000 124.7872 285.9091 233.7500 230.0000 192.0000 203.6792 279.7093 276.0112 238.7640 197.0000 102.6415 224.8958 235.4425 217.3894 190.0000 137.0000 143.0000 181.0000 168.0000 174.0000 (B) = 53.9423 74.3750 119.4811 167.0349 180.0000 68.7234 198.9773 161.3068 170.0000 179.0000 150.7547 187.7907 201.5169 178.5955 180.0000 51.3208 168.2292 172.2566 160.9735 170.0000 103.0000 111.0000 152.0000 142.0000 150.0000	Mengembalikan citra *guide filter* ke citra RGB.(Rumus 2.5).
8	*visibility restoration*	R = 0.4615 0.5568 0.5630 0.6227 0.6937 0.9826 0.7067 0.6507 0.6257 1.0000 0.7651 0.6938 0.4594 0.5862 0.5024 0.4854 G = 0.4365 0.5299 0.5076 0.5646 0.6643 0.9490 0.6452 0.5914 0.5815 0.9469 0.6686 0.6014 0.4198 0.5431 0.4227 0.4070 B = 0.1004 0.1610 0.2528 0.2951 0.2477 0.4415 0.3558 0.3152 0.1756 0.4151 0.3634 0.3131 0.0716 0.1515 0.1822 0.1708	Pemulihan citra menggunakan *visibility restoration.* (Rumus 2.14).
9	*Fog Aware Density Evaluation*	sebelum fade 1.7978 sesudah fade 0.566845 waktu 15.13	Gambar disamping merupakan contoh hasil dari proses pengujian kabut tipis terhadap tingkat kekaburan dengan *FADE* sebelum dan sesudah proses *visibility restoration.*
10	MSE & PSNR	MSE_r = 377 MSE_g = 349.6800 MSE_b = 5.8461e+03 MSE_total = 2.1909e+03 PSNR_r = -3.9098 PSNR_g = -3.3957 PSNR_b = -34.7504 PSNR_total = -14.0186	Semakin kecil nilai MSE, semakin bagus prosedur perbaikan citra yang digunakan. Sedangkan jika nilai PSNR semakin tinggi maka metode dalam menangani *noise*

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

			(kabut) bisa dikatakan semakin handalan.

3.5. Pengujian

Pada tahap ini, kita akan melakukan dua pengujian yaitu FADE (*Fog Aware Density Evaluation*) dan pengujian MSE *dan* PSNR. Berikut pengujian yang akan kita dilakukan:

3.5.1. FADE (*Fog Aware Density Evaluation*)

Model prediksi presepsi kepadatan kabut dan algoritma gambar presepsi *defogging* yang dapat membantu mengukur tingkat kekaburan 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, 2015). *Fade* dapat memprediksi visibilitas pada objek yang bersifat *referenceless*, artinya tidak menggunakan suatu citra sebagai acuan untuk pegukuran tingkat kepadatan kabut.

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

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

3.5.2. Perhitungan PSNR dan MSE

Peak signal to noise ratio (PSNR) adalah perbandingan antara nilai maksimum dari sinyal yang diukur dengan besarnya derau atau *noise* yang berpengaruh pada sinyal tersebut. *Noise* yang dimaksud adalah akar rata-rata kuadrat nilai *error* (MSE). PSNR biasanya diukur dalam satuan *decibel* (db). Tingkat kehandalan suatu metode dalam menangani *noise* bisa dilihat dari seberapa tinggi nilai PNSR, jika semakin tinggi maka kehandalan juga tinggi. Proses selanjutnya setelah citra keluaran didapat adalah menghitung nilai PSNR nya.

Agar bisa mendapatkan nilai PSNR, harus menghitung nilai MSE (*mean square error*) terlebih dahulu. MSE adalah nilai error kuadrat rata-rata antara citra asli dengan citra manipulasi (dalam kasus *dehazing*; MSE adalah nilai error kuadrat rata-rata antara citra asli dengan citra hasil proses penghilangan kabut.

Semakin kecil nilai MSE, semakin bagus prosedur perbaikan citra yang digunakan. Artinya, kualitas citra setelah mengalami perbaikan *noise* (setelah menghilangkan kabut) hampir sama dengan kualitas citra asalnya. Sedangkan PSNR bernilai sebaliknya, jika nilai PSNR semakin besar maka kualitas citra hasil semakin mirip dengan kualitas citra hasilnya. (Cheddad, 2010)

Agar bisa mengetahui seberapa bagus kualitas citra yang dihasilkan. Rumus dari perhitungan PSNR dan MSE dapat dilihat pada sub bab 2.6. *Pseudo code* untuk menghitung PSNR terdapat pada gambar dibawah ini:

- Masukan berasal dari hasil output dari proses *dehazing* diatas dan citra asli.
- Masukan dimensi citra,citra tersisipi, citra asli, koordinat suatu titik pada citra.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

- Menghitung nilai MSE (nilai piksel terbesar).
- Menghitung PSNR (hasil efektivitas metode).

3.6. Desain GUI (*Graphical User Interface)*

Desain GUI dalam penelitian ini diperlukan untuk mempermudah pengguna dalam pemrosesan *dehazing*. Berikut adalah desain yang digunakan dalam proses *dehazing*:

3.6.1. Tampilan Menu Utama

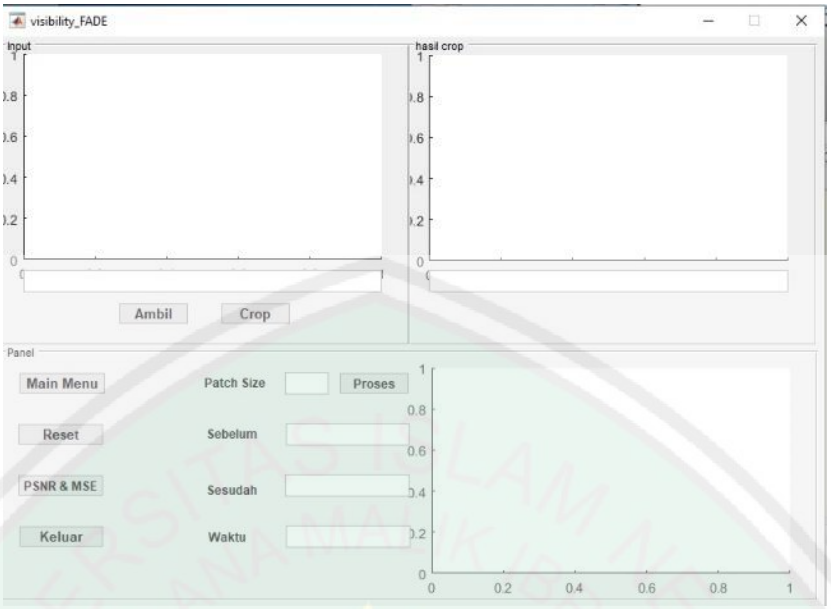
Gmabar yang ada dibawah ini merupakan tampilan awal yang akan dibuka oleh pengguna. Pada menu utama terdapat judul dari penelitian ini dan juga tombol masuk dan keluar aplikasi. Tombol masuk berfungsi memunculkan tampilan proses *visibility restoration* sedangkan tombol keluar berfungsi untuk menutup aplikasi. Berikut merupakan tampilan dari GUI menu utama :

Gambar 3.8 Tampilan menu utama.

3.6.2. Tampilan Proses Uji FADE

Pada halaman ini pengguna bisa melakukan proses pengujian FADE. Proses dimulai dengan memasukkan citra berkabut .setelah itu dilakukan pemotongan gambar untuk selanjutnya dilakukan pemrosesan menghilangkan kabut. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.9 dibwah ini :

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Gambar 3.9 Tampilan halaman proses *visibility restoration*.

3.6.3. Halaman pengujian PSNR dan MSE

Kemudian pengujian dilakukan juga pada parameter PSNR dan MSE. Proses dimulai dengan memasukkan citra berkabut kawah gunung kelud. Setelah itu dilakukan proses pemotongan pada gambar. Setelah itu *user* bisa memasukkan nilai *patch size* yang ingin di coba dan dilanjutkan dengan proses menghilangkan kabut menggunakan *visibility restoration*. Dan terakhir pengguna juga dapat mengetahui waktu yang di butuhkan dalan proses menghilangkan kabut. Berikut merupakan tampilan dari GUI PSNR dan MSE:

Gambar 3.10 Tampilan halaman proses PSNR dan MSE.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB IV

UJI COBA DAN PEMBAHASAN

Pada sebuah penelitian pasti dibutuhkan uji coba untuk menguji dan mengetahui keberhasilan sistem atau aplikasi yang kita buat. Dalam penelitian ini dilakukan pengujian FADE (*Fog Aware Density Evaluation*), PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*) dan MSE *(Mean Square Error*) dengan *metode visibility restoration*. Selama uji coba akan diketahui nilai dari citra sebelum dan sesudah proses menghilangkan kabut, serta di dapat hasil lain berupa waktu komputasi pemprosesan.

4.1. Data Uji

Data uji pada penelitian ini yaitu data citra berkabut yang mempunyai beberapa kelompok antara lain kabut tipis, kabut sedang dan kabut tebal. Dengan ukuran 800x400 pixel. Kami mempunyai data citra kabut tipis sebanyak 38 gambar, kabut sedang sebanyak 20 gambar dan kabut tebal 9 gambar. Dalam setiap percobaan yang kami lakukan akan dilakukan *dehazing* untuk tiap-tiap gambar dan akan di uji FADE, MSE dan PSNR.

4.2.1 Kabut Tipis

Kabut Tipis ini didapat ketika cuaca pada siang hari didaerah pegunungan, lebih tepatnya di Gunung Kelud. Keadaan gunung tersebut pada siang lumayan cerah sehingga hanya sebagian yang tertutup oleh kabut. Jarak pandang dari kabut tipis antara 2 sampai 5 km.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Gambar 4.1 Kabut tipis.

Gambar 4.1 merupakan citra berkabut tipis yang di peroleh dari CCTV BMKG yang akan di jadikan objek pada penelitian ini. Citra berkabut tipis akan di implementasikan pada *visibility restoration*.

4.2.2 Kabut Sedang

Kabut Sedang ini didapat ketika cuaca menjelang sore hari didaerah pegunungan lebih tepatnya di Gunung Kelud. Keadaan gunung tersebut pada menjelang sore hari mendung sehingga sebagaian gunung tertutup oleh kabut. Jarak pandang dari kabut tipis antara 1 sampai 2 km.

Gambar 4.2 Kabut sedang.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Gambar 4.2 merupakan citra berkabut Sedang yang di peroleh dari CCTV BMKG yang akan di jadikan objek pada penelitian ini. Citra berkabut tipis akan di implementasikan pada *visibility restoration*.

4.2.3 Kabut Tebal

Kabut Tebal ini didapat ketika cuaca sore hari didaerah pegunungan lebih tepatnya di Gunung Kelud. Keadaan gunung tersebut pada sore hari sangat mendung atau gelap sehingga keseluruhan gunung tertutup oleh kabut yang sangat tebal. Jarak pandang dari kabut tipis yaitu kurang dari 1 km.

Gambar 4.3 Kabut tebal

Gambar 4.3 merupakan citra berkabut Tebal yang di peroleh dari CCTV BMKG yang akan di jadikan objek pada penelitian ini. Citra berkabut tebal akan di implementasikan pada *visibility restoration*.

4.2. Hasil Uji Coba dan Analisa

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada data yang sudah disiapkan berupa data gambar atau citra dari CCTV (*closed circuit television*) Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) berupa kabut tipis, kabut sedang dan kabut tebal. Didapatkan hasil pemprosesan FADE (*fog aware density*

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

evaluation), hasil MSE (*mean square error*) dan hasil PSNR (*peak signal to noise ratio*).

4.2.1. Hasil Uji FADE (*fog aware density evaluation)*

Pengujian FADE bertujuan untuk mengetahui nilai kepadatan kabut sebelu dan sesudah proses *dehazing*. Pengujian ini dilakukan pada citra kabut tipis, sedang dan tebal. Berikut tabel hasil uji FADE:

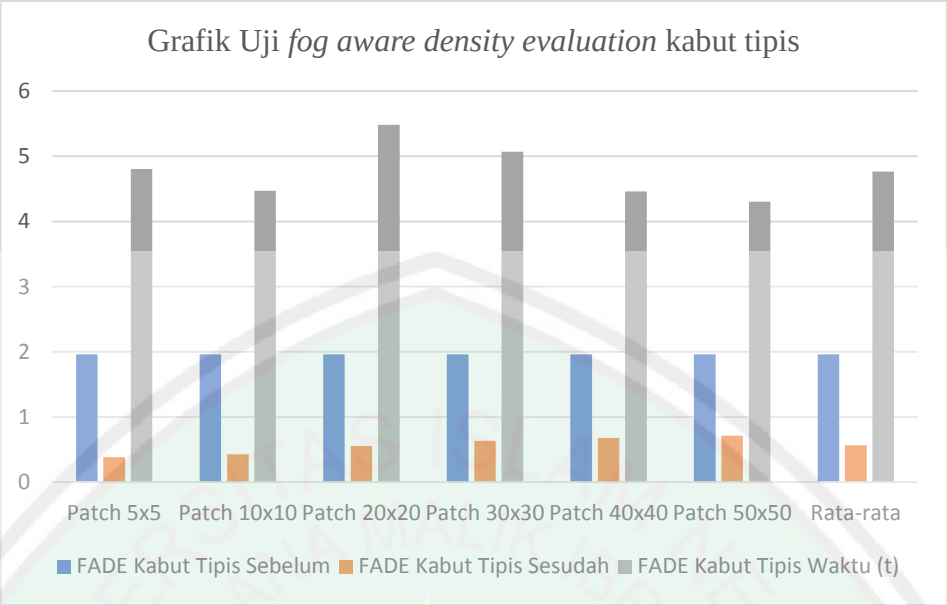
Tabel 4.1 Uji *fog aware density* evaluation kabut tipis.

Pact Size	FADE		
	Kabut Tipis		
	Sebelum	Sesudah	Waktu (t)
Patch 5x5	1.96203	0.386333	4.80154
Patch 10x10	1.96203	0.429721	4.47026
Patch 20x20	1.96203	0.557757	5.48334
Patch 30x30	1.96203	0.632931	5.07149
Patch 40x40	1.96203	0.681481	4.46224
Patch 50x50	1.96203	0.714499	4.30289
Rata-rata	1.96203	0.567120333	4.765293333

Tabel 4.1 menunjukkan hasil uji FADE (*fog aware density evaluation) patch size* 5x5, 10x10, 20x20, 30x30, 40x40, dan 50x50 dari kabut tipis. Dari pengujian kabut tipis diatas didapatkan hasil rata-rata FADE sebelum sebesar 1.96203 dan sesudah sebesar 0.567120333. Bisa dilihat jika setelah proses dehazing kabut berkurang cukup banyak. Dari uji coba diatas didapat hasil rata-rata waktu komputasi 4.765293333 detik.

Untuk memudahkan melihat perbedaan hasil nilai FADE sebelum dan sesudah proses *dehazing* dari gambar kabut tipis. Bisa dilihat pada Gambar 4.4 dibawah ini:

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



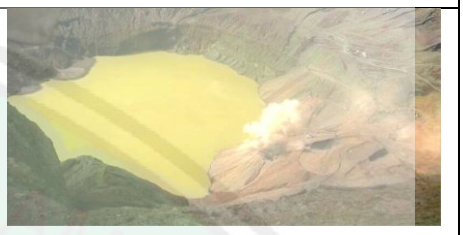
Gambar 4.4 Grafik Uji *fog aware density evaluation* kabut tipis.

Dari grafik pad Gambar 4.4 dapat dilihat waktu dari proses percobaan FADE pada citra kabut tipis, dimana pada percobaan *patch size* 50x50 memiliki waktu yang paling rendah dalam pemrosesan dengan 4.30289 detik. Sedangkan *patch size* 20x20 memiliki waktu pemrosesan paling tinggi yaitu 5.48334 detik. Berikut merupakan citra hasil dehazing :

Tabel 4.2 Hasil proses *dehazing* kabut tipis.

Patch	Sebelum Proses *Dehazing*	Setelah Proses *Dehazing*
5x5		
10x10		

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

20x20		
30x30		
40x40		
50x50		

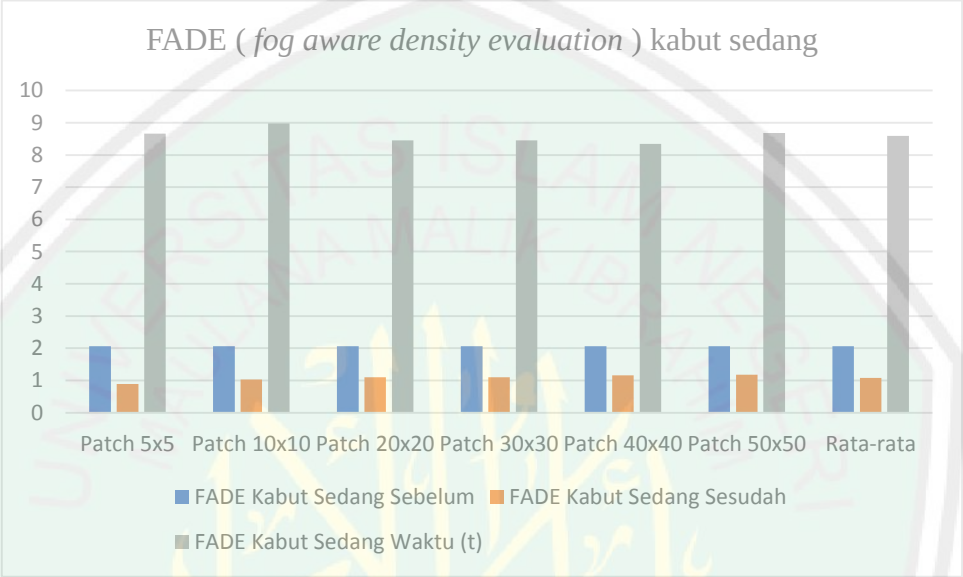
Tabel 4.2 merupakan hasil dari proses dehazing kabut tipis menggunakan metode visibility restoration dan di uji dengan FADE (*fog aware density evaluation*).

Tabel 4.3 Uji *fog aware density evaluation* kabut sedang

Pact Size	FADE		
	Kabut Sedang		
	Sebelum	Sesudah	Waktu (t)
Patch 5x5	3.82739	0.930071	5.02476
Patch 10x10	3.82739	0.973556	4.78706
Patch 20x20	3.82739	1.05548	4.56255
Patch 30x30	3.82739	1.13648	5.03009
Patch 40x40	3.82739	1.19397	4.5691
Patch 50x50	3.82739	1.2543	4.71753
Rata-rata	3.82739	1.090642833	4.781848333

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Tabel 4.3 menunjukkan hasil uji FADE (*fog aware density evaluation) patch size* kabut sedang. Dari pengujian citra kabut sedang diatas didapatkan hasil nilai FADE sebelum dan sesudah proses *dehazing*. Agar memudahkan melihat selisih waktu dari proses *dehazing* dapat dilihat pada gambar 4.5 berikut:



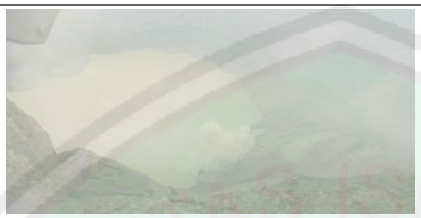
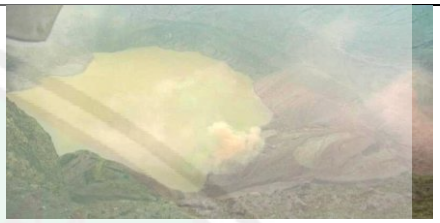
Gambar 4.5 Grafik uji *fog aware density evaluation* kabut sedang.

Dari grafik pada Gambar 4.5 dapat dilihat waktu dari proses percobaan FADE pada citra kabut sedang, dimana pada percobaan *patch size* 30x30 memiliki waktu yang paling lama dalam pemrosesan dengan 5.03009 detik. Sedangkan *patch size* 20x20 memiliki waktu pemrosesan paling cepat yaitu 4.56255 detik. Berikut merupakan citra hasil *dehazing* :

Tabel 4.4 Hasil proses *dehazing* kabut sedang.

Patch	Sebelum Proses *Dehazing*	Setelah Proses *Dehazing*
5x5		

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

10x10		
20x20		
30x30		
40x40		
50x50		

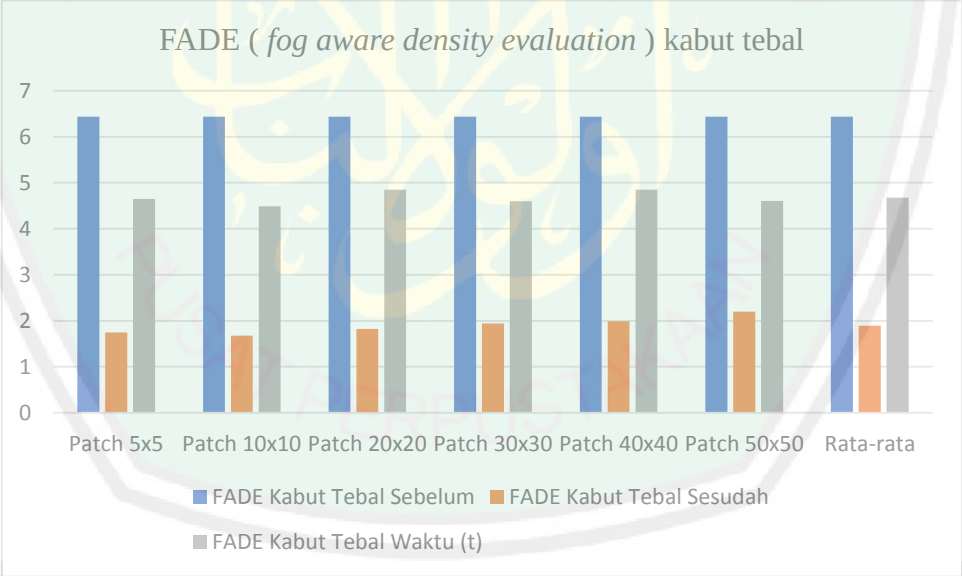
Tabel 4.4 merupakan hasil dari proses dehazing kabut sedang menggunakan metode visibility restoration dan di uji dengan FADE (*fog aware density evaluation*).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Tabel 4.5 Uji *fog aware density evaluation* kabut tebal.

Pact Size	FADE		
	Kabut Tebal		
	Sebelum	Sesudah	Waktu (t)
Patch 5x5	6.43387	1.74596	4.65154
Patch 10x10	6.43387	1.67568	4.48488
Patch 20x20	6.43387	1.82098	4.84638
Patch 30x30	6.43387	1.93972	4.60105
Patch 40x40	6.43387	1.99386	4.85206
Patch 50x50	6.43387	2.1988	4.60779
Rata-rata	6.43387	1.895833333	4.67395

Tabel 4.5 menunjukkan hasil uji FADE (*fog aware density evaluation) patch size* kabut tebal. Dari pengujian citra kabut tebal diatas didapatkan hasil nilai FADE sebelum dan sesudah proses *dehazing*. Agar memudahkan melihat selisih waktu dari proses *dehazing* dapat dilihat pada gambar 4.6 berikut:

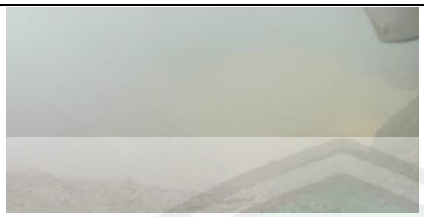


Gambar 4.6 Grafik uji *fog aware density evaluation* kabut tebal.

Dari grafik pada Gambar 4.6 bisa dilihat waktu dari proses FADE yang mana pada percobaan *patch size* 10x10 memiliki waktu paling cepat dengan 4.48488 detik, sedangkan percobaan *patch size* 40x40 membutuhkan waktu paling lama yaitu 4.85206 detik.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Tabel 4.6 Hasil proses *dehazing* kabut tebal.

Patch	Sebelum Proses *Dehazing*	Setelah Proses *Dehazing*
5x5		
10x10		
20x20		
30x30		
40x40		
50x50		

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Tabel 4.6 merupakan hasil dari proses *dehazing* kabut tebal menggunakan metode *visibility restoration* dan di uji dengan FADE (*fog aware density evaluation*).

4.2.2. MSE (*Mean Square Error*)

MSE adalah nilai eror rata-rata antara citra asli dengan citra hasil pemfilteran. Untuk mengetahui berapas selisih hasil antara citra asli dan citra hasil terlebih dahulu harus di tentukan nilai MSE. Semakin kecil nilai MSE maka semakin bagus prosedur perbaikan citra yang digunakan. Dalam pengujian ini dilakukan 20 kali percobaan, dari percobaan tersebut kita bisa mngetahui hasil rata-rata dari MSE. Berikut Tabel 4.7, 4.8 dan 4.9 yang menunjukkan rata-rata MSE yang diperoleh:

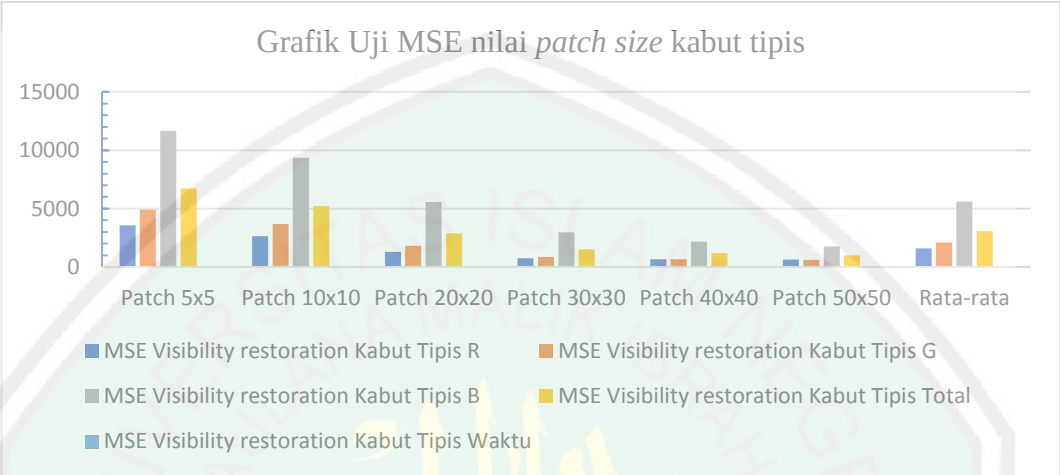
Tabel 4.7 Uji MSE nilai *patch size* kabut tipis.

Patch Size	MSE *Visibility restoration*				
	Kabut Tipis				
	R	G	B	Total	Waktu
Patch 5x5	3560.56	4907.94	11676.1	6714.87	3.41096
Patch 10x10	2636.15	3673.65	9362.03	5223.94	3.5794
Patch 20x20	1293.3	1815.59	5571.5	2893.46	2.71642
Patch 30x30	740.502	857.739	2979.15	1525.8	2.04485
Patch 40x40	674.892	674.509	2185.66	1178.35	1.85463
Patch 50x50	640.372	604.934	1764.56	1003.29	1.6671
Rata-rata	1590.96	2089.06	5589.83	3089.95	2.54556

Tabel 4.7 menunjukkan hasil uji MSE (*mean square error) patch size* kelipatan 5x5 dari kabut tipis. Dari pengujian citra kabut tipis diatas didapatkan hasil rata-rata nilai MSE (*mean square error)* dan waktu yang dibutuhkan dalam proses *dehazing*.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Untuk memudahkkan melihat perbedaan hasil nilai MSE (*mean square error)* dari setiap nilai RGB gambar kabut tipis. Bisa dilihat pada Gambar 4.7 dibawah ini:



Gambar 4.7 Grafik uji MSE nilai *patch size* kabut tipis.

Dari grafik pada Gambar 4.7 bisa dilihat waktu dari proses MSE yang mana pada percobaan *patch size* 50x50 memiliki waktu paling cepat yaitu 1.6671, sedangkan percobaan *Patch size* 10x10 membutuhkan waktu paling lama yaitu 3.5794 detik.

Tabel 4.8 Uji MSE nilai *patch size* kabut sedang.

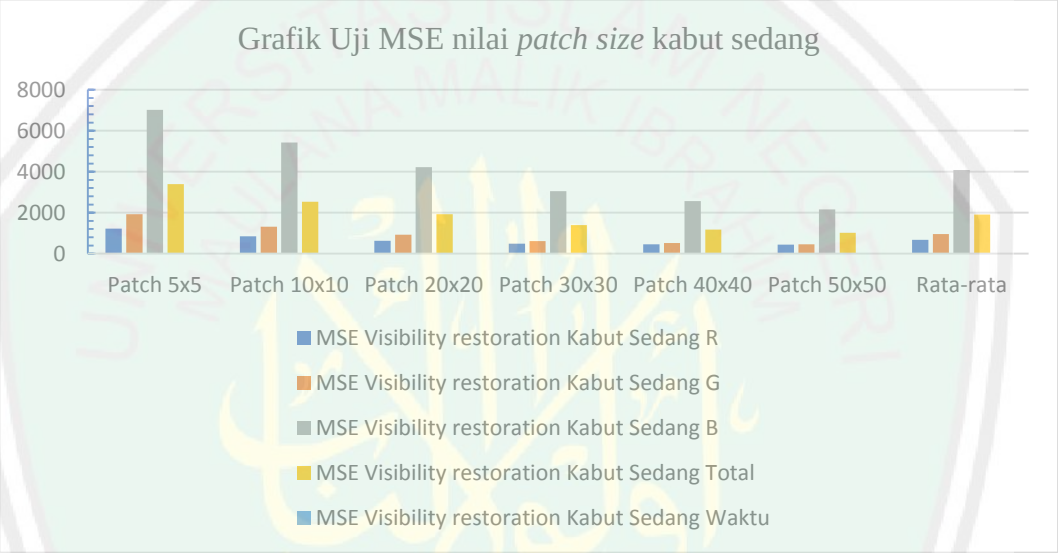
Patch Size	MSE *Visibility restoration* Kabut Sedang				
	R	G	B	Total	Waktu
Patch 5x5	1224.77	1928.73	7015.25	3389.58	2.01315
Patch 10x10	842.112	1313.92	5430.46	2528.83	2.34733
Patch 20x20	625.606	930.109	4217.31	1924.34	2.50721
Patch 30x30	488.592	618.019	3056.31	1387.64	2.12744
Patch 40x40	456.557	521.78	2564.55	1180.96	2.00221
Patch 50x50	446.118	457.467	2165.84	1023.14	1.91072
Rata-rata	680.6258	961.6708	4074.9533	1905.748	2.151343

Tabel 4.8 menunjukkan hasil pengujian MSE (*mean square error) patch size* kelipatan 5x5, 10x10, 20x20, 30x30, 40x40, 50x50 dari citra kabut sedang. Dari pengujian citra kabut sedang diatas didapatkan hasil nilai MSE (*mean square error)*

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

RGB dan waktu yang dibutuhkan dalam proses *dehazing*. Dapat diketahui jika nilai total pada percobaan *patch* 5x5 paling tinggi sebesar 3389.58, sementara percobaan pada *patch* 50x50 paling rendah yaitu 1023.14.

Untuk memudahkkan melihat perbedaan hasil nilai MSE (*mean square error)* sebelum dan sesudah proses *dehazing* dari gambar kabut sedang. Bisa dilihat pada Gambar 4.8 dibawah ini:



Gambar 4.8 Grafik uji MSE nilai *patch size* kabut sedang.

Dari grafik pada Gambar 4.8 bisa dilihat waktu dari proses MSE yang mana pada percobaan *patch size* 20x20 memiliki waktu paling lama yaitu 2.50721 detik, sedangkan percobaan *Patch size* 50x50 membutuhkan waktu paling cepat yaitu 1.91072 detik.

Tabel 4.9 Uji MSE nilai *patch size* kabut tebal.

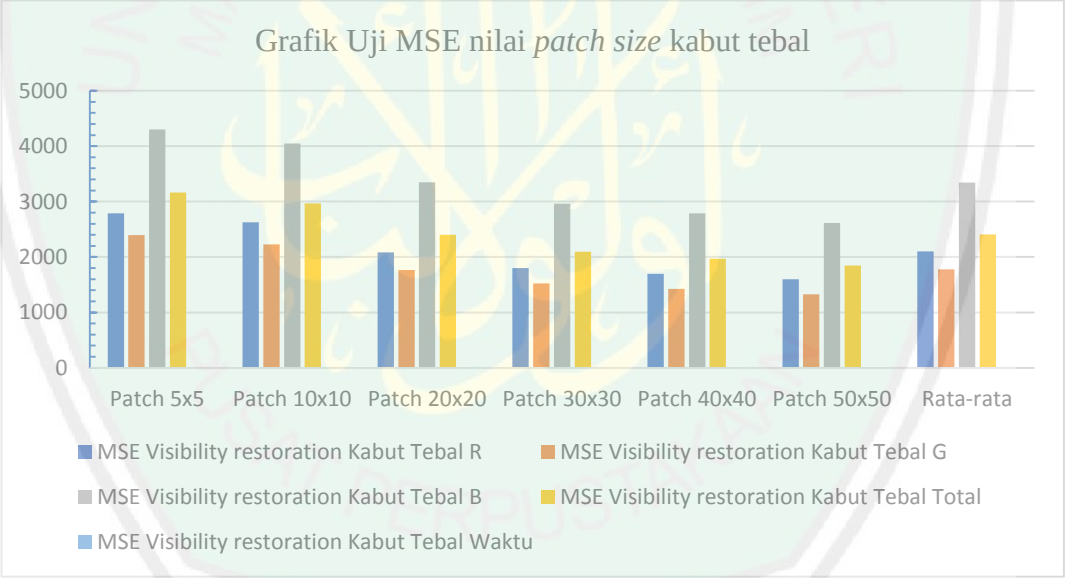
Patch Size	MSE *Visibility restoration*				
	Kabut Tebal				
	R	G	B	Total	Waktu
Patch 5x5	2790.42	2397.97	4302.39	3163.59	1.81993
Patch 10x10	2625.59	2229.6	4049.45	2968.22	1.8773
Patch 20x20	2084.44	1767.64	3348.74	2400.28	1.97388
Patch 30x30	1803.2	1522.97	2959.46	2095.21	1.76687
Patch 40x40	1696.85	1423.32	2788.46	1969.54	1.92977

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Patch 50x50	1597.75	1329.51	2612.79	1846.69	1.79389
Rata-rata	2099.708	1778.502	3343.5483	2407.255	1.860273

Tabel 4.9 menunjukkan hasil pengujian MSE (*mean square error) patch size* kelipatan 5x5 dari citra kabut tebal. Dari pengujian citra kabut sedang diatas didapatkan hasil total nilai MSE (*mean square error)* dan waktu yang dibutuhkan dalam proses *dehazing*. Dapat diketahui jika nilai total pada percobaan *patch* 5x5 paling tinggi, sementara percobaan pada *patch* 45x45 paling tebal.

Untuk memudahkkan melihat perbedaan hasil nilai MSE (*mean square error)* sebelum dan sesudah proses *dehazing* dari gambar kabut tebal. Bisa dilihat pada Gambar 4.9 dibawah ini:



Gambar 4.9 Grafik uji MSE nilai *patch size* kabut tebal.

Dari grafik pad Gambar 4.9 dapat dilihat waktu dari proses MSE pada percobaan *patch size* 20x20 memiliki waktu paling lama yaitu 1.97388 detik, sedangkan percobaan *Patch size* 30x30 membutuhkan waktu paling cepat yaitu 1.76687 detik.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

4.2.3. Hasil Uji Coba PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*)

Peak signal to noise ratio (PSNR) adalah perbandingan antara nilai maksimum dari sinyal yang diukur dengan besarnya derau yang berpengaruh pada sinyal tersebut. Semakin tinggi nilai PSNR maka semakin baik proses *dehazing* suatu metode dalam menangani *noise*, yang dimaksud *noise* disini adalah kabut. Kami melakukan uji citra kabut tipis, sedang dan tebal pada *patch* yang berbeda yaitu 5x5, 10x10, 20x20, 30x30, 40x40, 50x50. Dari uji yang dilakukan didapatkan hasil dari masing- masing *patch* dan kecepatan waktu pemrosesannya. Hasil dari PSNR bisa dilihat pada tabel 4.10, 4.11 dan 4.12 berikut:

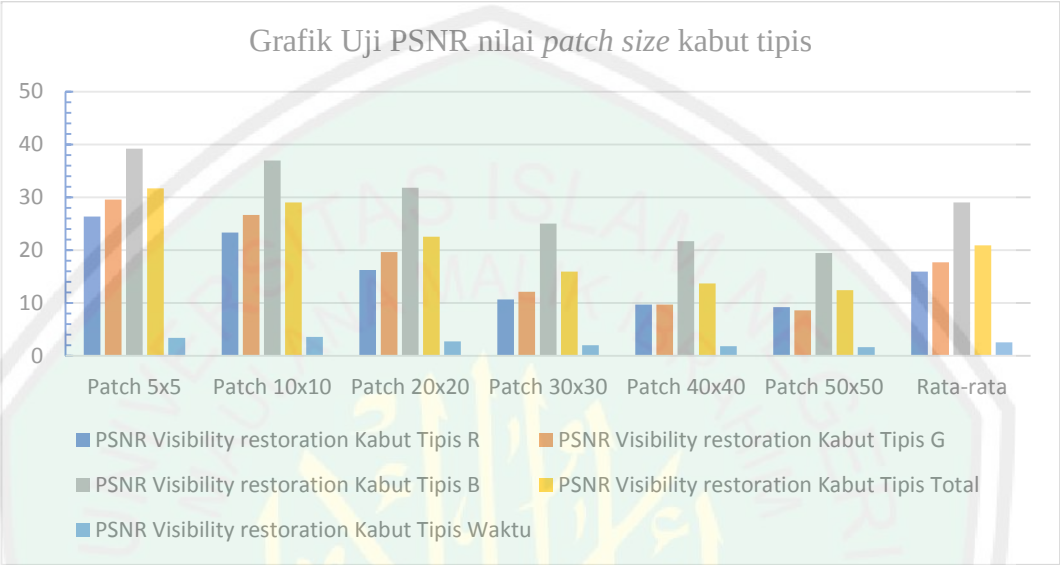
Tabel 4.10 Uji PSNR nilai *patch size* kabut tipis.

Pact Size	PSNR *Visibility restoration*				
	Kabut Tipis				
	R	G	B	Total	Waktu
Patch 5x5	26.3641	29.5735	39.1856	31.7077	3.41096
Patch 10x10	23.3581	26.6768	36.9768	29.0039	3.5794
Patch 20x20	16.2369	19.629	31.7868	22.5509	2.71642
Patch 30x30	10.6606	12.1304	25.0223	15.9378	2.04485
Patch 40x40	9.73289	9.72721	21.6821	13.7141	1.85463
Patch 50x50	9.20786	8.63856	19.4623	12.4362	1.6671
Rata-rata	15.92674	17.72925	29.019317	20.89177	2.54556

Tabel 4.10 menunjukkan hasil pengujian PSNR (*peak signal to noise ratio) patch size* 5x5, 10x10, 20x20, 30x30, 40x40, 50x50 dari citra kabut tipis didapatkan hasil total nilai PSNR (*peak signal to noise ratio)* dan waktu yang dibutuhkan dalam proses tersebut. Dapat diketahui jika nilai total pada percobaan *patch* 5x5 paling tinggi sebesar 31.7077, sementara percobaan pada *patch* 50x50 paling rendah yaitu 12.4362.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Untuk memudahkkan melihat perbedaan hasil nilai PSNR (*peak signal to noise ratio)* sesudah proses *dehazing* dari gambar kabut tipis. Bisa dilihat pada Gambar 4.10 dibawah ini:



Gambar 4.10 Grafik uji PSNR nilai *patch size* kabut tipis.

Dari Gambar 4.10 bisa dilihat waktu dari proses MSE pada percobaan *patch size* 5x5 memiliki waktu paling lama yaitu 3.41096 detik, sedangkan percobaan *patch size* 50x50 membutuhkan waktu paling cepat yaitu 1.6671 detik.

Tabel 4.11 Uji PSNR nilai *patch size* kabut sedang.

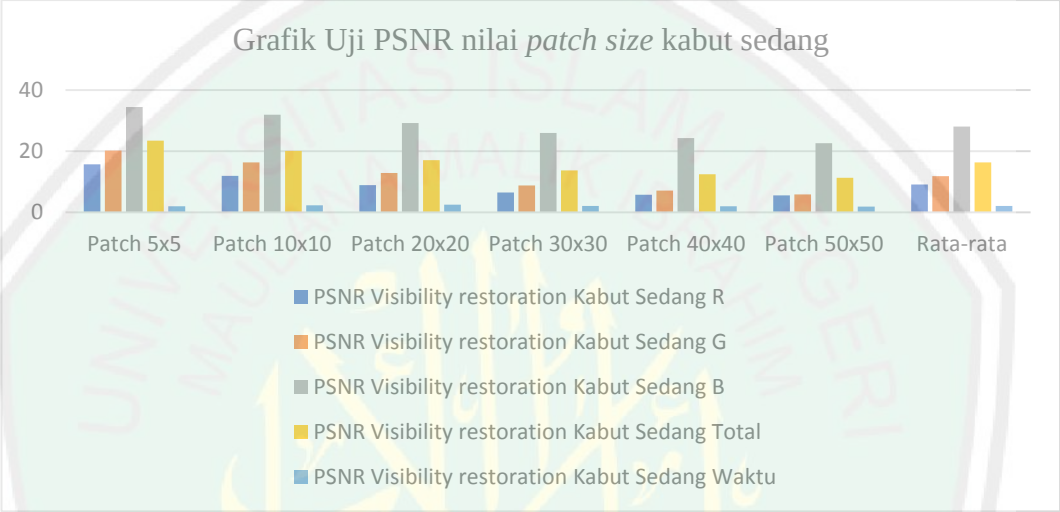
Patch Size	PSNR *Visibility restoration*				
	Kabut Sedang				
	R	G	B	Total	Waktu
Patch 5x5	15.6924	20.2336	34.5316	23.4859	2.01315
Patch 10x10	11.9465	16.3951	31.971	20.1042	2.34733
Patch 20x20	8.97456	12.9404	29.22	17.045	2.50721
Patch 30x30	6.50264	8.85255	25.9562	13.7705	2.12744
Patch 40x40	5.82451	7.15983	24.3344	12.4396	2.00221
Patch 50x50	5.59319	5.8444	22.6446	11.3607	1.91072
Rata-rata	9.08897	11.9043	28.1096	16.3677	2.15134

Tabel 4.11 menunjukkan hasil pengujian PSNR (*peak signal to noise ratio)* kabut sedang didapatkan hasil total nilai dan waktu yang dibutuhkan dalam proses

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

dehazing. Dapat diketahui jika nilai total pada percobaan *patch* 5x5 paling tinggi yaitu 23.4859, sementara percobaan pada *patch* 50x50 paling rendah yaitu 11.3607.

Untuk memudahkkan melihat perbedaan hasil nilai PSNR (*peak signal to noise ratio)* sesudah proses *dehazing* dari gambar kabut sedang. Bisa dilihat pada grafik dibawah ini:



Gambar 4.11 Grafik uji PSNR nilai *patch size* kabut sedang.

Dari Gambar 4.11 bisa dilihat waktu dari proses MSE pada percobaan *patch size* 20x20 memiliki waktu paling lama yaitu 2.50721 detik, sedangkan percobaan *Patch size* 50x50 memiliki waktu paling cepat yaitu 1.91072 detik.

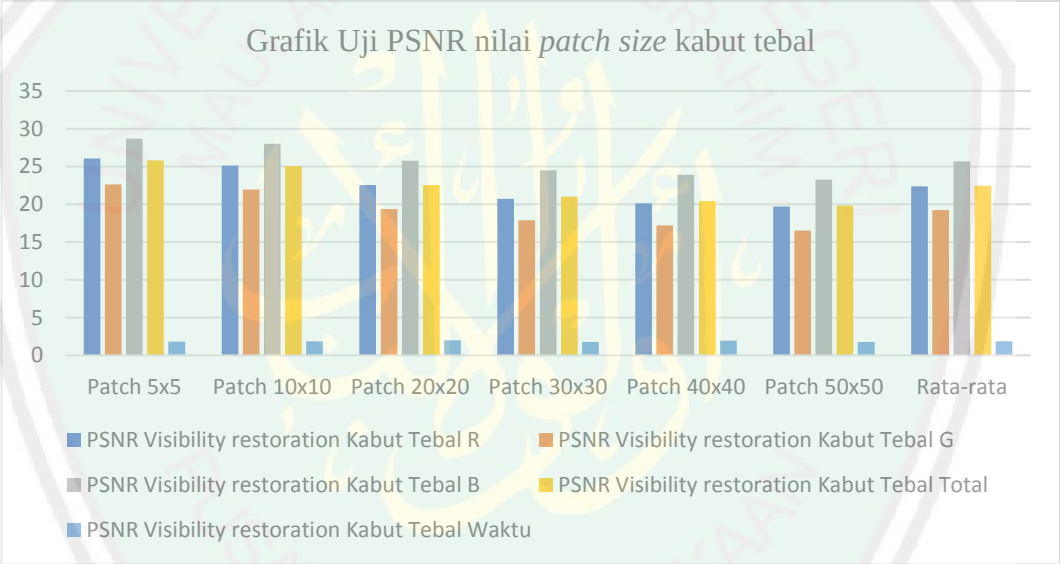
Tabel 4.12 Uji PSNR nilai *patch size* kabut tebal.

Patch Size	PSNR *Visibility restoration*				
	Kabut Tebal				
	R	G	B	Total	Waktu
Patch 5x5	26.0607	22.6493	28.6976	25.8025	1.81993
Patch 10x10	25.1177	21.9615	28.0101	25.0298	1.8773
Patch 20x20	22.5319	19.3614	25.7901	22.5611	1.97388
Patch 30x30	20.7237	17.8715	24.515	21.0367	1.76687
Patch 40x40	20.1158	17.1949	23.9198	20.4101	1.92977
Patch 50x50	19.6918	16.513	23.2691	19.8247	1.79389
Rata-rata	22.3736	19.2586	25.7003	22.4442	1.86027

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Tabel 4.12 menunjukkan hasil pengujian PSNR (*peak signal to noise ratio)* citra kabut tebal didapatkan hasil nilai total dan waktu yang dibutuhkan dalam proses *dehazing*. Dapat diketahui jika nilai total pada percobaan *patch* 5x5 paling tinggi yaitu 25.8025, sementara percobaan pada *patch* 50x50 paling rendah yaitu 19.8247.

Untuk memudahkkan melihat perbedaan hasil nilai PSNR (*peak signal to noise ratio)* sesudah proses *dehazing* dari gambar kabut tebal. Bisa dilihat pada Gambar 4.9 berikut:



Gambar 4.12 Grafik uji PSNR nilai *patch size* kabut tebal.

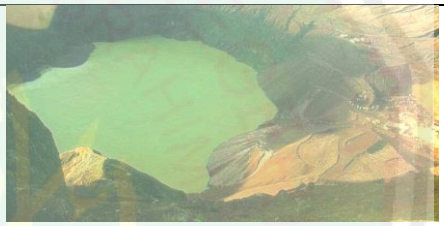
Dari Gambar 4.12 bisa dilihat waktu dari proses MSE pada percobaan *patch size* 20x20 membutuhkan waktu 1.97388 detik, sedangkan percobaan *patch size* 30x30 memiliki waktu paling cepat yaitu 1.76687 detik.

4.2.4. Citra hasil *dehazing*

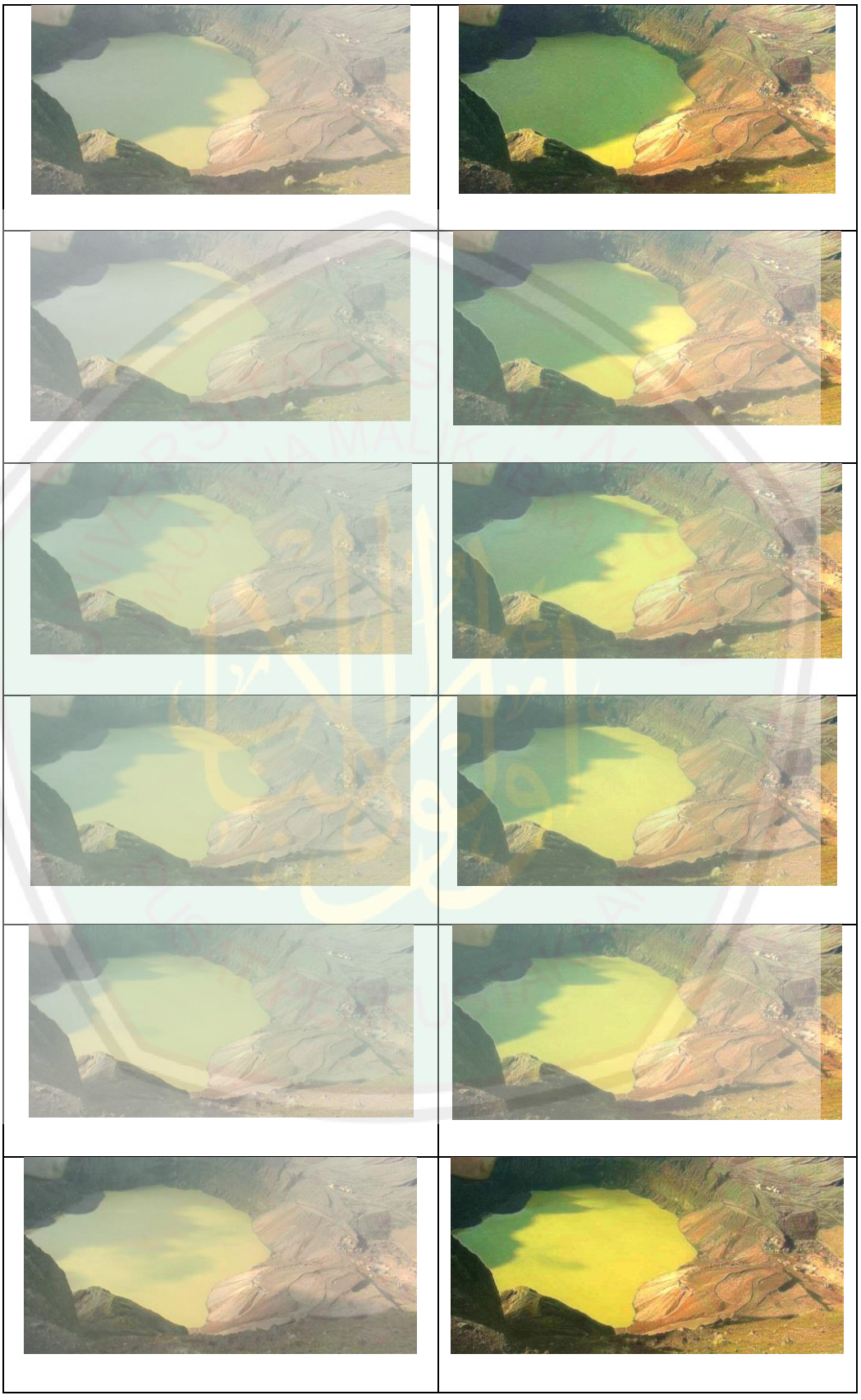
Dari uji coba yang telah dilakukan diatas. Berikut merpakan hasil *dehazing* menggunakan metode *visibility restoration.*

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Tabel 4.13 Kabut tipis.

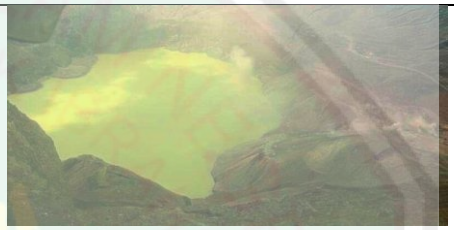
Sebelum *dehazing*	Sesudah *dehazing*
	

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

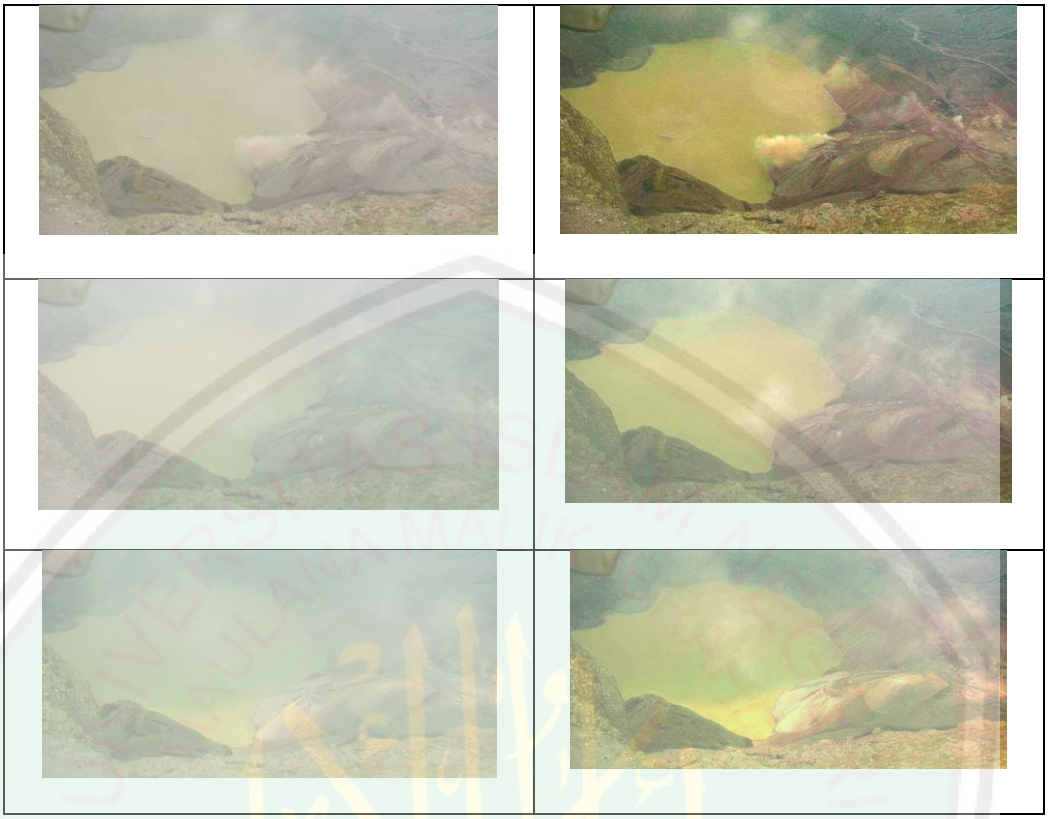


CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Tabel 4.14 Kabut sedang.

Sebelum *dehazing*	Sesudah *dehazing*
	

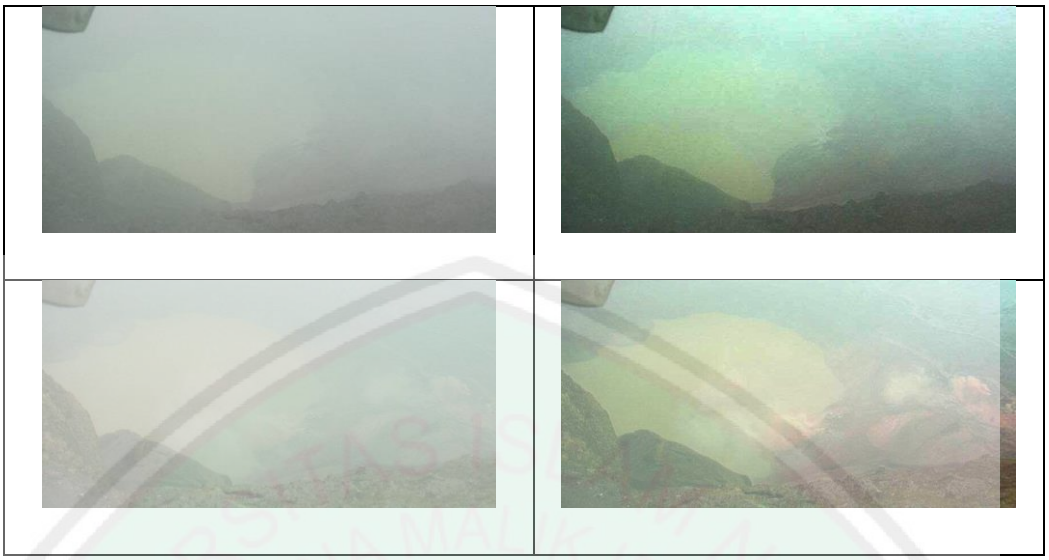
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Tabel 4.15 Kabut tebal.

Sebelum *dehazing*	Sesudah *dehazing*

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



4.3. Tampilan Program

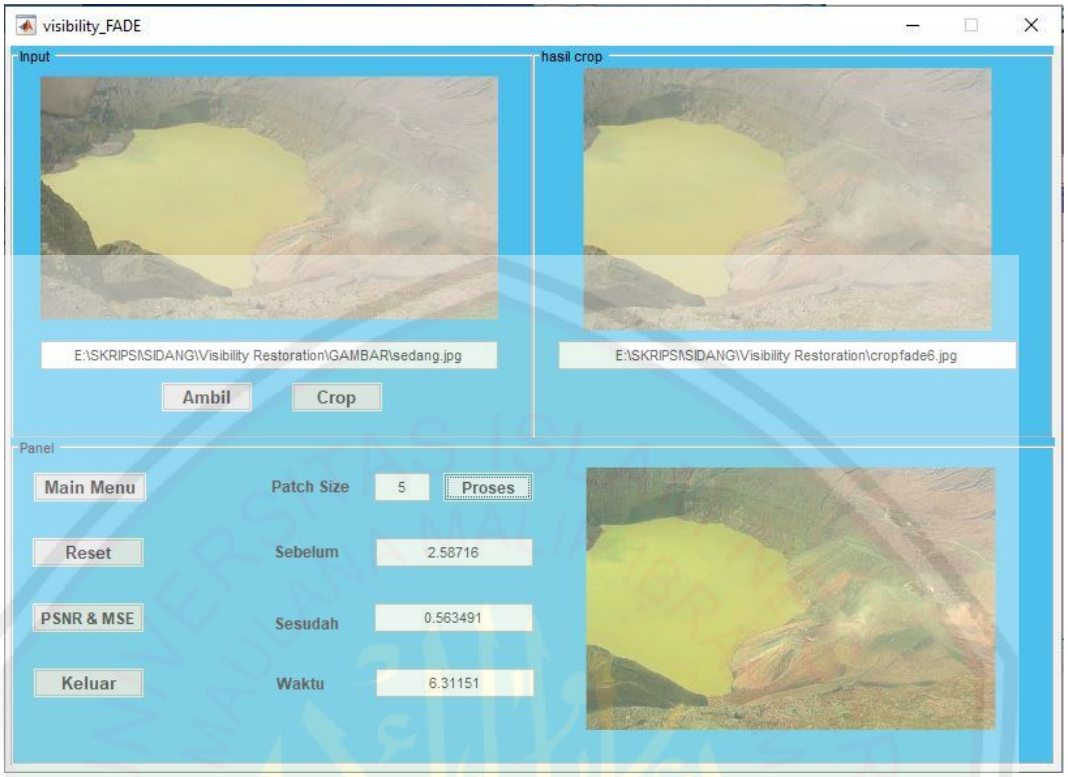
Tampilan pertama program akan menampilkan menu uji FADE, uji PSNR dan MSE dan tombol keluar. Setelah kita memilih salah satu kita akan masuk ketampilan proses uji. Di dalam tampilan proses *dehazing* kita akan melihat tombol ambil untuk memilih citra mana yang akan di proses. Setelah itu tekan tombol *crop* untuk memotong gambar. Selanjutnya masukkan nilai *patch* dan tekan tombol proses, maka akan keluar hasil citra setelah di proses dan juga nilai dari FADE, PSNR dan MSE. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.13:

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Gambar 4.13 Tampilan menu

Gambar 4.13 merupakan tampilan awal dari program. Selanjutnya kita memilih tombol uji FADE untuk melakukan pengujian ketebalan kabut sebelum dan sesudah proses *dehazing*, untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada tampilan seperti Gambar 4.14:

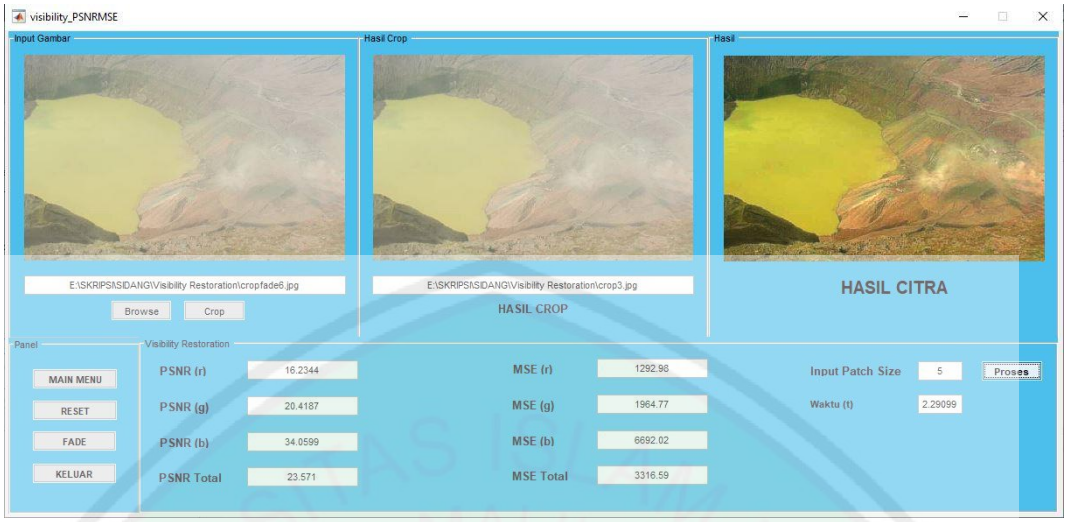
CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Gambar 4.14 Tampilan uji FADE

Gambar 4.14 merupakan tampilan uji FADE (*fog aware density evaluation*). Pertama kita klik tombol ambil setelah itu klik tombol *crop*. Selanjutnya isi parameter patch. Terakhir akan muncul hasil dari proses *dehazing* menggunakan metode *visibility restoration* yang terdapat pada gambar paling bawah pada tampilan program. Disebelah kiri terdapat hasil dari nilai ketebalan kabut sebelum dan sesudah proses *dehazing*. Berikutnya kita klik tombol PSNR & MSE untuk melakukan uji PSNR dan MSE, untuk lebih jelasnya kita lihat Gambar 4.15:

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG



Gambar 4.15 Tampilan uji PSNR dan MSE.

Gambar 4.15 merupakan tampilan dari uji PSR dan MSE. Sama dengan tampilan pada Gambar 4.14, pertama kita klik tombol ambil lalu klik tombol *crop* untuk memotong gambar. Setelah itu isi parameter dari *patch* dan klik tombol proses maka akan mucul hasil dari citra keluaran. Dibawahnya ditampilkan nilai dari PSNR dan MSE.

4.4. Integrasi Sains dan Islam

Integrasi adalah sebuah sistem yang mengalami pembauran hingga menjadi suatu kesatuan yang utuh. Integrasi berasal dari Bahasa latin yaitu integer, yang berarti utuh atau menyeluruh. Sains dan ilmu pengetauan alam adalah sebuah istilah yang digunakan untuk merujuk pada ilmu dimana objeknya adalah benda yang ada di alam dengan hukum-hukum yang pasti berlaku kapanpun dan dimanapun. Agama adalah wahyu Allah SWT yang mengatur segala hubungan antara manusia dengan tuhan, sesama manusia, dan manusia dengan lingkungan hidup. Jadi integrasi sains dan islam yaitu menyatukan unsur-unsur sains ke dalam islam atau sebaliknya supaya kita bisa mengetaui kebesaran Allah SWT, agar keimanan kita meningkat. Allah SWT berfirman mengenai kebesaranNya :

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

تَهْتَدُونَ لَعَلَّكُمْ وَسُبُلًا وَأَنْهَارًا بِكُمْ تَمِيدَ أَنْ رَوَاسِيَ الْأَرْضِ فِي وَأَلْقَىٰ

Artinya : "Dan Dia menancapkan gunung-gunung di bumi supaya bumi itu tidak goncang bersama kamu, (dan Dia menciptakan) sungai-sungai dan jalan-jalan agar kamu mendapat petunjuk". (QS. An-Nahl : 15).

Menurut tafsir Jalalayn (Dan Dia menancapkan gunung-gunung di bumi dengan kokohnya) gunung-gunung yang tegak kokoh supaya (tidak) jangan (bumi itu goncang) bergerak (bersama kalian dan) Dia telah menciptakan padanya (sungai-sungai) seperti sungai Nil (dan jalan-jalan) jalan untuk dilalui (agar kalian mendapat petunjuk) untuk sampai kepada tujuan-tujuan kalian.

Surat An-Nahl ayat 15 ini juga menyiratkan bagaimana proses geologi berjalan, yang pada dasarnya berupa siklus yang tiada berhenti. Ketika proses erosi terjadi maka seluruh material hasil erosi dihamparkan dan diendapkan pada tempat-tempat yang lebih rendah, bahkan mencapai wilayah-wilayah terendah seperti palung-palung yang terdapat di sebelah barat pulau Sumatera ataupun di selatan pulau Jawa. Kumpulan material akibat erosi selama jutaan tahun ini secara bersamaan dihimpit oleh lempengan-lempengan yang terus bergerak dan lambat laun menghasilkan pegunungan.

Proses geologi selalu menuju ke keseimbangan yang terukur. Pada pegunungan yang menjulang tinggi, maka beban ini menekan kerak bumi di bawahnya dan menyebabkan kerakbumi menekuk lebih dalam, ibarat sebuah akar yang menunjam dalam dan membuat bumi stabil. Jadi, di bawah pegunungan terdapat akar yang ketebalannya prororsional dengan beratnya (terukur). Contoh dari fenomena adalah dibawah pengunungan Himalaya yang menjulang tinggi terdapat akar yang dalam.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Selain gunung merupakan pasak bumi, gunung juga mempunyai fenomena lain yaitu kabut. Didaerah dataran tinggi apalagi pegunungan pasti ada kabut yang menyelimuti. Didalam Al-quran Allah berfirman dalam surat Ad-Dukhan ayat 10 yang menjelaskan tentang fenomena kabut :

مُبِينٍ بِدُخَانٍ السَّمَاءُ تَأْتِي يَوْمَ فَارْتَقِبْ

Artinya : "Maka tunggulah hari ketika langit membawa kabut yang nyata". (QS. Ad-Dukhan : 10).

Menurut tafsir jalalain (Maka tunggulah hari ketika langit membawa kabut yang nyata) maka kala itu bumi menjadi tandus kelaparan serta paceklik makin menjadi-jadi, sehingga karena memuncaknya keadaan, akhirnya mereka melihat seolah-olah ada sesuatu yang berupa kabut di antara langit dan bumi.

Dari penjelasan diatas, Penelitian ini salah satunya bertujuan untuk mempermudah pengawasan pada kawah gunung kelud melalui kamera CCTV. Sehingga secara tidak langsung kita telah mempermudah pekerjaan seseorang. Dalam hal ini dijelaskan dalam Al quran surat almaidah ayat 2 brikut:

وَتَعَاوَنُوا عَلَى الْبِرِّ وَالتَّقْوَىٰ ۖ وَلَا تَعَاوَنُوا عَلَى الْإِثْمِ وَالْعُدْوَانِ ۚ وَاتَّقُوا اللَّهَ ۖ إِنَّ اللَّهَ شَدِيدُ الْعِقَابِ

Artinya : " Dan tolong-menolonglah kamu dalam (mengerjakan) kebajikan dan takwa, dan jangan tolong-menolong dalam berbuat dosa dan pelanggaran. Dan bertakwalah kamu kepada Allah, sesungguhnya Allah amat berat siksa-Nya ". (QS. Al – Maidah : 2).

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari percobaan dan pengujian sistem penghilang kabut pada citra kabut tipis, sedang dan tebal gunung kelud menggunakan metode *visibility restoration* dapat disimpulkan bahwa :

Pengujian metode *visibility restoration* untuk menghilangkan kabut pada citra gunug kelud berhasil dilakukan dengan baik. Untuk mengetehui keberhasilan dari implementasi metode *visibility restoration* untuk menghilangkan kabut menggunakan uji FADE (*Fog Aware density evaluation*) dimana uji ini dilakukan untuk mengetahui tingkat ketebalan kabut sebelum dan sesudah proses *haze removal.* Selain FADE uga dilakukan uji PSNR . Tahapan sebelum melakukan uji tersebut adalah proses *dehazing*, langkah awal dari proses *dehazing* yaitu *dark channel prior* berfungsi merubah channel RGB menjadi piksel berintensitas rendah dilanjutkan proses *atmospheric light estimation, transmission map, giude filter, scene radiance* dan yang terakhir menggunakan metode *visibility restoration* untuk meghilangkan kabut pada citra sehingga di dapat *output* yang lebih baik. Setelah itu hasil keluaran akan dibandingkan dengan citra masukan dengan menggunakan FADE (*fog aware density evaluation*) dan PSNR (*peak signal to noise ratio*). Penelitian ini terbukti dapat menghilangkan kabut dengan selisih nilai FADE masukan kabut tipis sebesar 1.96203 dan keluaran 0.567120333. Nilai masukan 3.82739 dan nilai keluaran 1.090642833 untuk kabut sedang. Sedangkan kabut tebal untuk nilai masukan 6.43387 dan keluaran 1.895833333. Hasil total nilai

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

PSNR 20.89177 untuk kabut tipis, 16.3677 untuk kabut sedang, dan 22.4442 untuk kabut tebal. Untuk uji FADE jika semakin kecil nilai keluaran semakin bagus sedikit kabut yang tersisa dari *output* yang dihasilkan. Sedangkan untukPSNR yaitu jika semakin besar nilai semakin bagus sistem yang digunakan.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang di dapat, sistem penghilang kabut menggunakan metode visibility restoration peneliti menyarankan pengujian pada citra kabut gunung kelud menggunakan FADE berdasarkan metode visibility restoration masih bisa dikembangkan lagi dengan menanbahkan metode lain untuk mendapatkan waktu komputasi yg lebih cepat dan hasil yang lebih optimal lagi. Terakhir peneliti menyarankan system penhilang kabut ini bisa dikembangkan pada platform lain seperi android, web dan Ios.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

DAFTAR PUSTAKA

Basuki, A. (2005). *Metode Numerik dan Algoritma Komputasi.* Yogyakarta: ANDI.

Cartney, M. (1976). *Optics of the Atmosphere: Scattering by Molecules and Particles.* New York, NY, USA: Wiley.

Cheddad, A. C. (2010). Digital Image Steganography : Survey and Analysis of Current Methods. Signal Processing.

Choi, L. k. (2015). Referenceless Prediction of Preceptual Fog Density and Preceptual Image Defogging.

Fan Guo, J. T. (4 May 2014). Foggy Scene Rendering Based on Transmission Map Estimation. *School of Information Science and Engineering, Central South University, Changsha, Hunan 410083, China*, 13 pages.

Fattal, R. (2008). Single Image Dehazing.

Gonzalez, R. W. (2002). *Digital Image Processing.* Second edition ed,. Alice Dworkin Ed. Upper Saddle River, New Jersey: Tom Robinson : 2002.

Hautière, J.-P. T. (n.d.). Fast Visibility Restoration from a Single Color or Gray Level Image.

Hautière, J.-P. T. (n.d.). Fast Visibility Restoration from a Single Color or Gray Level Image.

Hikmah, F. N. (2017). *Penerapan FADE Untuk Mengukur Citra Pasca Prses Haze Removal (Studi Kasus Citra Berkabut Pada Kawah Gunung Kelud). .*

Jean-Philippe Tarel, N. H. (2009). Fast Visibility Restoration from a Single Color or Gray Level Image.

K. He, J. S. (2009). Single image haze removal using dark channel prior.

K. He, J. S. (2011). "Single image haze removal using dark channel prior.

K. He, J. S. (2013). Guided Image Filtering.

Kaiming He, J. S. (2010). Guided Image Filtering.

Kurniawan, M. (2008). Efek Kabut Dan Visibility Terhadap Operasi Penerbangan Di Bandara Sultan Thaha Jambi.

Mukono, H. (1997). Pencemaran udara dan pengaruhnya terhadap gangguan saluran pernapasan.

Narasimhan, S. K. (1999). *Vision in bad weather," in Proc.IEEE Int. Conf. Comput. Vis. (ICCV), vol. 2. , pp. 820–827.*

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG

Naseeba T, H. B. (2016). Visibility Restoration of Degraded Images Captured in Realistic Environments. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*.

Nayar, S. G. (2002). Vision and the Atmosphere.

Oddy Virgantara P, B. P. (2016). Visibility Restoration of Lake Crater Hazy Image Based On Dark Channel Prior.

Prasad, A. (2016). Techniques for Visibility Recovery . *IJSTE - International Journal of Science Technology & Engineering* .

RAMI SETTY RAJA, C. S. (2016). Visibility Restoration of Hazy Images Captured in Real-World Weather Conditions.

S.G.Narasimhan. (2003). Contrast restoration of weather degraded images. *IEEE*, 713-724.

Salini N, A. J. (2016). Enhancement of Hazy Image Using Visibility Restoration Technique.

Shih-Chia Huang, B.-H. C.-J. (2013). Visibility Restoration of Single Hazy Images Captured in Real-World Weather Conditions .

T.K.Kim, J. a. (1998). Contrast enhancement system using spatially adaptive histogram equalization with temporal filter. *IEEE*.

T.R, O. (1988). Boundary Layer Climates.

Tan, R. T. (2008). Visibility in Bad Weather from a Single Image.

Y.Y.Schechner, S. a. (2001). Instant dehazing of image using polarization. *IEEE*, 325-332.

CENTRAL LIBRARY OF MAULANA MALIK IBRAHIM STATE ISLAMIC UNIVERSITY OF MALANG