

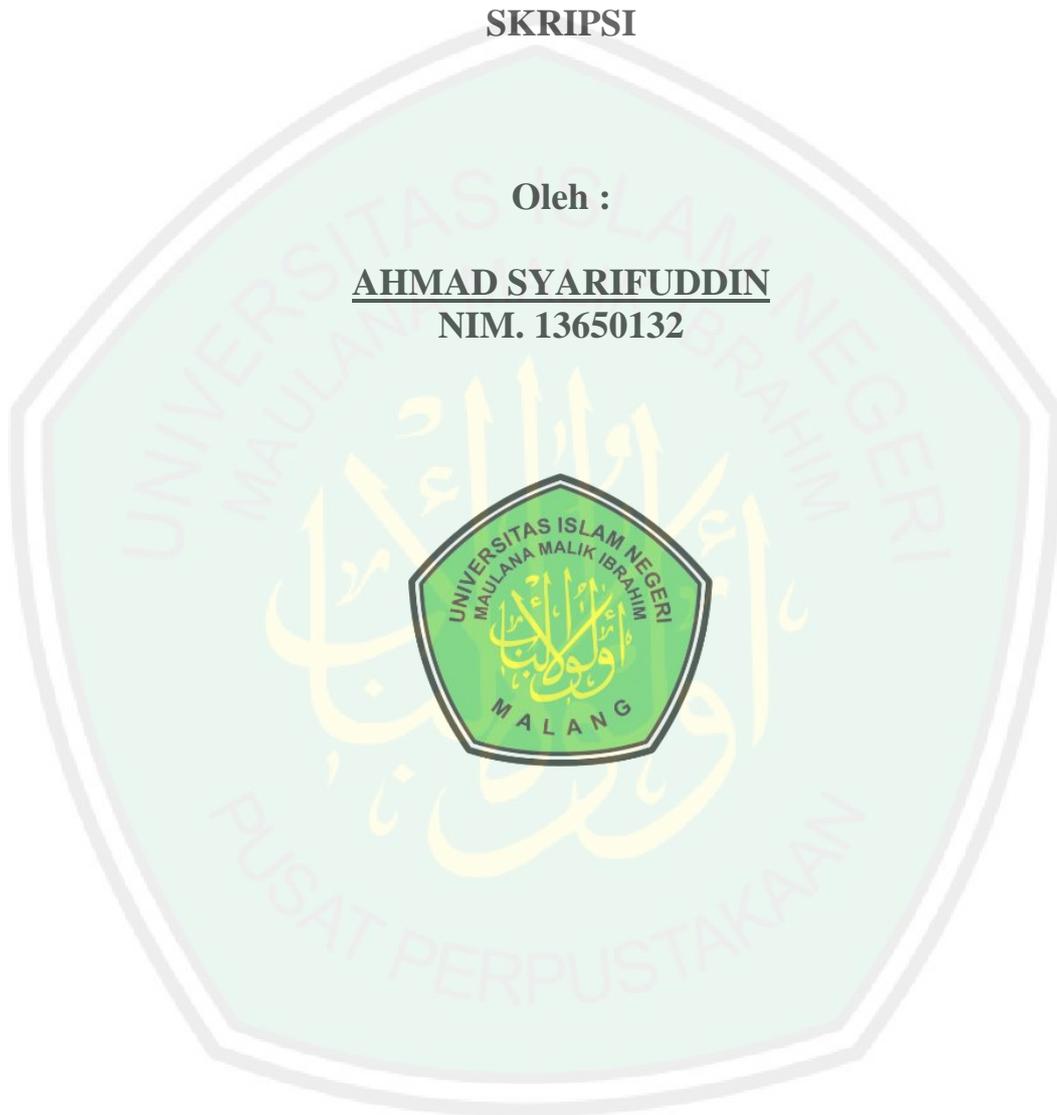
**IMPLEMENTASI *BILATERAL FILTER* PADA *DARK CHANNEL*
PRIOR UNTUK MENGHILANGKAN KABUT
PADA CITRA GUNUNG KELUD**

SKRIPSI

Oleh :

AHMAD SYARIFUDDIN

NIM. 13650132



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

**IMPLEMENTASI *BILATERAL FILTER* PADA *DARK CHANNEL*
PRIOR 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 :

AHMAD SYARIFUDDIN

NIM. 13650132

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

LEMBAR PERSETUJUAN

IMPLEMENTASI *BILATERAL FILTER* PADA *DARK CHANNEL PRIOR* UNTUK MENGHILANGKAN KABUT PADA CITRA GUNUNG KELUD

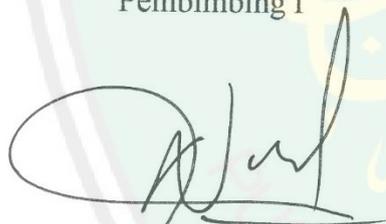
SKRIPSI

Oleh :

AHMAD SYARIFUDDIN
NIM. 13650132

Telah disetujui pada tanggal: 18 Desember 2017

Pembimbing I



Fesy Nugroho, M.T
NIP. 19710722 201101 1 001

Pembimbing II



Yunifa Miftachul Arif, M.T
NIP. 19830616 201101 1 004

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



Dr. Cahyo Crysdian
NIP. 19740424 200901 1 008

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI *BILATERAL FILTER* PADA *DARK CHANNEL PRIOR* UNTUK MENGHILANGKAN KABUT PADA CITRA GUNUNG KELUD

SKRIPSI

Oleh :

AHMAD SYARIFUDDIN
NIM. 13650132

Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Komputer (S.Kom)

Tanggal : 18 Desember 2017

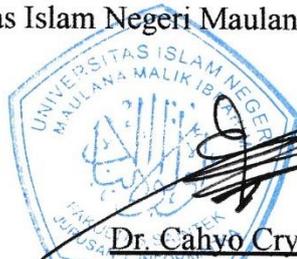
Susunan Dewan Penguji:

1. Penguji Utama : Fachrul Kurniawan, M.MT
NIP.19771020 200901 1 001
2. Ketua Penguji : Dr. M. Faisal, M.T
NIP.19740510 200501 1 007
3. Sekretaris Penguji : Fresy Nugroho, M.T
NIP.19710722 201101 1 001
4. Anggota Penguji : Yunifa Miftachul Arif, M.T
NIP. 19830616 201101 1 004

Tanda Tangan



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



Dr. Cahyo Crvsdian
NIP. 19740424 200901 1 008

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ahmad Syarifuddin

NIM : 13650132

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 15 November 2017

Yang membuat pernyataan



Ahmad Syarifuddin
NIM. 13650132

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT yang memberikan kekuatan kepada saya hingga bisa sampai menyelesaikan kuliah S1 di kampus tercinta 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 tua saya, bapak saya Sri Padmanty yang mendidik saya dari kecil hingga sekarang bisa menyelesaikan kuliah saya, Ibu saya Sartini tercinta yang tiap hari mendoakan saya tiada henti, mendukung saya dalam keadaan apapun. Memberi dukungan lahir dan batin yang tiada henti sampai saat ini serta mendidik saya dari lahir hingga mampu menyelesaikan kewajiban saya di bangku kuliah.

Ribuan terima kasih untuk teman-teman alumni Isy karima yang selalu mendukung dan mendoakan saya agar diberikan yang terbaik bagi kehidupan saya, terkhusus akhi Rois Jayyid, Zamzam Abdillah, Zulfikar Fauzi, Muhammad Ibrahim, Firdaus Jasmarullah, Ibrahim Fayyad, dan Iqbal Athoillah semoga Allah SWT membalas kebaikan kalian semua. Tak lupa terima kasih saya ucapkan kepada segenap keluarga cemara (Izzatun Nabilah, Ilma Nurdini, Ahmad Nafis, Rizal Muttaqin, Luqman Nur Aziz, dan Ayom Muharrom) dan sahabat saya Sururi Ikfi semoga Allah SWT membalas kebaikan kalian semua.

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 dan Bapak Dr. Yunifa Miftachul Arif, M.T sebagai pembimbing saya dalam pengerjaan skripsi, juga Ust Abdul Razaq, M.Ag selaku pembimbing saya selama menempuh studi di kampus ini. Semoga ilmu yang beliau amalkan berguna bagi seluruh mahasiswa dan semoga beliau diberikan kekuatan oleh Allah dalam berijtihad didunia pendidikan hingga melahirkan anak didik yang mampu mengamalkan segala ilmu yang telah diberikan.

Terima kasih kepada seluruh teman-teman Teknik Informatika 2013, CSS MoRA, dan santri DAQIZH yang telah menemani saya selama kuliah, mendukung saya, membantu saya serta men-support saya setiap saat. Semoga kita mampu mewujudkan segala cita-cita yang kita impikan. Amin Allahumma Amin.

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 *Bilateral Filter* pada *Dark Channel Prior* untuk Menghilangkan Kabut pada Citra Gunung Kelud” dengan baik dan lancar. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada tauladan terbaik Nabi Muhammad SAW yang telah membimbing umatnya dari zaman *jahiliyah* menuju Islam yang rahmatan lil alamiin.

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

1. Prof. Dr. H. Abdul 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 Crysdiyan, selaku Ketua Jurusan Teknik Informatika Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, yang sudah memberi banyak pengetahuan, inspirasi dan pengalaman berharga.
4. Fresy nugroho, M.T, selaku dosen pembimbing I yang telah meluangkan waktu untuk membimbing, memotivasi, dan mengarahkan dan membrikan masukan kepada penulis dalam pengerjaan skripsi ini hingga akhir.
5. Dr. Yunifa Miftachul Arif, M.T, sekalu dosen pembimbing II yang telah meluangkan waktu untuk mengarahkan dan memberi nasihat.

6. Ust. Abdul Razaq, M.Ag, selaku pembimbing tahfidz yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan mengarahkan saya.
7. Segenap dosen teknik informatika yang telah memberikan bimbingan keilmuan kepada penulis selama masa studi.
8. Teman-teman seperjuangan teknik informatika angkatan 2013, CSS MoRA, dan DAQIZH.

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, 15 November 2017

Penulis

MOTTO

“Maka sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain). Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.” (QS. Al-Insyirah 6-8)

عش كريما أو مت شهيدا

Hidup Mulia atau Mati Syahid



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vi
MOTTO	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
ABSTRAK	xv
ABSTRACT	xvi
ملخص البحث	xvii
BAB I	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	5
1.3. Tujuan	6
1.4. Batasan Masalah	6
1.5. Manfaat Penelitian	6
2. BAB II	8

2.1.	Pengolahan Citra	8
2.2.	Gunung Kelud	9
2.3.	Kabut	12
2.4.	<i>Hazy Image Model</i> (Model Citra Berkabut).....	13
2.5.	<i>Dark channel prior</i>	14
2.5.1.	<i>Airlight estimation</i>	17
2.5.2.	<i>Transmission map</i>	18
2.6.	<i>Bilateral filter</i>	18
2.7.	PSNR (<i>Peak Signal to Noise Ratio</i>).....	20
2.8.	<i>Dot Per Inch</i> (DPI).....	21
2.9.	Penelitian Terkait	21
3.	BAB III.....	25
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	25
3.2.	Proses Pengambilan Data.....	25
3.3.	Prosedur penelitian.....	26
a.	Pendefinisian Masalah.....	26
b.	Studi Literatur	27
c.	Akuisisi Data.....	27
d.	<i>Pre Processing</i>	27
e.	<i>Dehazing</i> Citra.....	28
3.4.	Instrumen Penelitian.....	36

4. BAB IV.....	38
4.1. Data Uji.....	38
4.1.1. Kabut Tipis.....	39
4.1.2. Kabut Sedang.....	39
4.1.3. Kabut Tebal.....	40
4.2. Hasil Uji Coba dan Analisa.....	41
4.2.1. Waktu Komputasi.....	41
4.2.2. <i>Airlight estimation</i>	57
4.2.3. <i>Dark Channel Prior</i>	59
4.2.4. <i>Transmission map</i>	61
4.2.5. <i>Bilateral filter</i>	62
4.2.6. PSNR (<i>Peak Signal to Noise Ratio</i>).....	65
4.2.7. Uji Coba <i>Dot Per Inch</i> (DPI).....	75
4.2.8. Histogram.....	76
4.3. Tampilan Program.....	79
4.4. Integrasi Sains dan Islam.....	82
BAB V.....	86
5.1. Kesimpulan.....	86
5.2. Saran.....	87
DAFTAR PUSTAKA.....	88

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Citra Burung Nuri.	9
Gambar 2.2 Kawah Gunung Kelud.....	10
Gambar 2.3 Letusan Gunung Kelud.	11
Gambar 2.4 Dampak letusan Gunung Kelud.	12
Gambar 2.5 Hazy image model.	14
Gambar 2.6 Contoh Bilateral filtering.	19
Gambar 2.7 Detail hasil proses bilateral filter.	19
Gambar 3.1 Alur prosedur penelitian.....	26
Gambar 3.2 Flow chart dehazing.	29
Gambar 3.3 Source code untuk memasukkan citra.....	30
Gambar 3.4 Source code untuk memasukkan patch size.....	31
Gambar 3.5 Source code untuk memasukkan deviasi bilateral filter.....	31
Gambar 3.6 Source code menampilkan histogram.	32
Gambar 3.7 Source code untuk Airlight estimation.....	33
Gambar 3.8 Source code untuk dark channeling.	33
Gambar 3.9 Source code untuk proses transmission map.....	34
Gambar 3.10 Source code untuk proses Bilateral filter.....	35
Gambar 3.11 Source code untuk proses image restoration.....	35
Gambar 3.12 Source code untuk proses Export image.....	36
Gambar 3.13 Source code untuk menghitung PSNR.....	36
Gambar 4.1 Kabut tipis.....	39
Gambar 4.2 Kabut Sedang.....	40
Gambar 4.3 Kabut Tebal.....	40
Gambar 4.4 Grafik rata-rata komputasi waktu untuk patch size 10x10.	43
Gambar 4.5 Citra keluaran patch size 10x10.	44
Gambar 4.6 Grafik komputasi waktu untuk patch size 25x25.....	46
Gambar 4.7 Citra keluaran patch size 25x25.	47
Gambar 4.8 Grafik komputasi waktu untk patch size 40x40.....	49
Gambar 4.9 Citra keluaran patch size 40x40.	49
Gambar 4.10 Grafik komputasi waktu untuk patch size 55x55.....	51
Gambar 4.11 Citra keluaran patch size 55x55.....	52
Gambar 4.12 Grafik komputasi waktu untuk patch size 70x70.....	54
Gambar 4.13 Citra keluaran patch size 70x70.....	55

Gambar 4.14 Perbandingan komputasi waktu antar patch size pada citra kabut tipis.....	55
Gambar 4.15 Perbandingan komputasi waktu antar patch size pada citra kabut sedang.....	56
Gambar 4.16 Perbandingan komputasi waktu antar patch size pada citra kabut tebal.....	57
Gambar 4.17 Airlight estimation untuk citra berkabut tipis.....	58
Gambar 4.18 Airlight estimation untuk citra berkabut sedang.....	58
Gambar 4.19 Airlight estimation untuk citra berkabut tebal.....	59
Gambar 4.20 Hasil dark channel prior untuk citra kabut tipis.....	60
Gambar 4.21 Hasil dark channel prior untuk citra kabut sedang.....	60
Gambar 4.22 Hasil dark channel prior untuk citra kabut tebal.....	60
Gambar 4.23 Hasil transmission map untuk citra berkabut tipis.....	61
Gambar 4.24 Hasil transmission map untuk citra berkabut sedang.....	61
Gambar 4.25 Hasil transmission map untuk citra berkabut tebal.....	62
Gambar 4.26 Hasil proses bilateral filter untuk Deviasi 4/0.05.....	63
Gambar 4.27 Hasil proses bilateral filter untuk Deviasi 2.5/0.25.....	63
Gambar 4.28 Hasil proses bilateral filter untuk Deviasi 1/0.45.....	63
Gambar 4.29 Hasil Transmission map dengan bilateral filter (1) tanpa bilateral filter (2).	64
Gambar 4.30 Hasil citra tanpa bilateral filter (1) dengan bilateral filter (2).....	65
Gambar 4.31 Grafik hasil perhitungan PSNR patch size 10x10.....	68
Gambar 4.32 Grafik perhitungan PSNR patch size 25x25.....	69
Gambar 4.33 Grafik perhitungan nilai PSNR patch size 40x40.....	71
Gambar 4.34 Grafik hasil perhitungan PSNR patch size 55x55.....	72
Gambar 4.35 Grafik perhitungan PSNR patch size 70x70.....	74
Gambar 4.36 Perbandingan nilai PSNR antar patch size.....	75
Gambar 4.37 Histogram citra kabut tipis.....	77
Gambar 4.38 Histogram citra kabut sedang.....	77
Gambar 4.39 Histogram citra berkabut tebal.....	78
Gambar 4.40 Tampilan utama program.....	80
Gambar 4.41 Tombol masukan.....	80
Gambar 4.42 Pilih citra.....	81
Gambar 4.43 Masukkan parameter.....	81
Gambar 4.44 Tampilan program hasil proses dehzing.....	82

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Komputasi waktu patch size 10x10.	42
Tabel 4.2 Komputasi Waktu patch size 25x25.	44
Tabel 4.3 Komputasi waktu patch size 40x40.	47
Tabel 4.4 komputasi waktu patch size 55x55.	50
Tabel 4.5 Komputasi waktu patch size 70x70.	52
Tabel 4.6 Hasil PSNR dengan bilateral filter.....	63
Tabel 4.7 Hasil PSNR tanpa bilateral filter.	64
Tabel 4.8 Hasil PSNR dengan 10 citra.	66
Tabel 4.9 Hasil perhitungan PSNR patch size 10x10.	67
Tabel 4.10 Hasil perhitungan PSNR patch size 25x25.	68
Tabel 4.11 Hasil perhitungan PSNR patch size 40x40.	70
Tabel 4.12 Hasil perhitungan PSNR patch size 55x55.	71
Tabel 4.13 Hasil perhitungan PSNR patch size 70x70.	73
Tabel 4.14 Perbandingan PSNR antar patch size.....	74
Tabel 4.15 Hasil Percobaan DPI.....	75

ABSTRAK

Syarifuddin, Ahmad. 2017. **Implementasi Bilateral Filter pada Dark Channel Prior 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) Yunifa Miftachul Arif, M.T

Kata Kunci: *Dark Channel Prior, Dehazing, Bilateral Filter, Histogram, Noise, Peak Signal to Noise Ratio.*

Indonesia memiliki 127 gunung api aktif yang tersebar diberbagai kepulauan. Salah satu gunung api yang paling aktif adalah Gunung Kelud yang terletak di Kediri, Jawa Timur. Berdasarkan data sejarah yang tercatat, indikator letusan Gunung Kelud adalah berubahnya warna danau pada kawah Gunung Kelud dan timbulnya asap yang muncul dari dasar kawah Gunung Kelud. Untuk memantau timbulnya asap pada kawah, Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) Jawa Timur memasang sebuah kamera *Close Circuit Television* (CCTV) yang mengarah langsung ke danau kawah. Akan tetapi, penggunaan CCTV belum akurat karena masih memanfaatkan kemampuan pengamatan visual dari petugas yang bertugas di stasiun pengawas. Gangguan ini disebabkan oleh kabut (*haze*) yang turun sepanjang hari, sehingga citra yang didapat oleh CCTV mengalami gangguan visual. Untuk memulihkan citra yang mengalami gangguan tersebut dilakukan beberapa teknik penghilangan kabut (*dehazing*) menggunakan *bilateral filter* pada *dark channel prior*. *Dark channel prior* merupakan metode untuk menghilangkan kabut dengan mengubah *channel* warna RGB (*Red, Green, and Blue*) menjadi *pixel* berintensitas rendah yang selanjutnya akan digunakan dalam proses *transmission map*. Sedangkan *bilateral filter* digunakan untuk perbaikan tepi yang rusak karena proses *transmission map*. Setelah itu hasil citra keluaran akan dibandingkan dengan citra masukan dengan menggunakan histogram dan (*Peak Signal to Noise Ratio*) PSNR. Penelitian ini terbukti dapat menghilangkan kabut walau belum maksimal, dengan nilai PSNR 29.437 untuk kabut tipis, 24.198 untuk kabut sedang, dan 22.181 untuk kabut tebal dengan menggunakan *patch size* 70. Semakin besar nilai PSNR dari suatu citra, maka semakin baik pula kualitas citra tersebut.

ABSTRACT

Syarifuddin, Ahmad. 2017. **Implementation Bilateral Filter Using Dark Channel Prior Method For Haze Removal Image Of Kelud**. Thesis Department of Informatics Faculty of Science and Technology State Islamic University Maulana Malik Ibrahim Malang.
Adviser (I) Fresy Nugroho, M.T (II) Yunifa Miftachul Arif, M.T

Keywords: *Dark Channel Prior, Dehazing, Bilateral Filter, Histogram, Noise, Peak Signal to Noise Ratio*

Indonesia has 127 active volcanoes scattered in various islands. One of the most active volcanoes is Mount Kelud located in Kediri, East Java. Based on recorded historical data, Kelud eruption indicator is changing the color of the lake on the crater of Mount Kelud and the emergence of smoke that emerges from the bottom of the crater of Mount Kelud. To monitor the incidence of smoke in the crater, *Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika* (BMKG) of East Java installed a Close Circuit Television (CCTV) camera that leads directly to the crater lake. However, the use of CCTV has not been accurate because it still utilizes the visual observation capabilities of the officers assigned to the supervisory station. This disturbance is caused by the haze that falls all day long, so the image obtained by CCTV has a visual disturbance. To recover the disturbed image, some techniques of dehazing (dehazing) use bilateral filter in dark channel prior. Dark channel prior is a method to remove fog by changing the RGB color channel (Red, Green, and Blue) into low intensity pixels which will then be used in the transmission map process. While the bilateral filter is used to repair damaged edges due to the transmission map process. After that the output image will be compared with the input image using histogram and (Peak Signal to Noise Ratio) PSNR. This study proved to eliminate the fog though not maximal, with the value of PSNR 29,437 for thin mist, 24,198 for medium fog, and 22,181 for thick fog using patch size 70. The bigger the PSNR value of an image, the better the image quality.

ملخص البحث

شاريف الدين، أحمد. ٢٠١٧. تصفية الثنائية تصفية على القناة للمظلمة القضاء على الضباب على جبل كيلود الصور. أطروحة قسم المعلوماتية. كلية العلوم والتكنولوجيا. جامعة الدولة الإسلامية مولانا مالك إبراهيم مالانج.

مستشار (I) فريسي نوغروهو، الماجستير (II) يونيفا ميفتاشول عارف، الماجستير

كلمات البحث: قناة الظلام مسبق (درك جنل فراير)، ازالة الضباب، تصفية الثنائية (بيلاترال فلتر)، الرسم البياني، الضوضاء، ذروة إشارة إلى نسبة الضوضاء

ولدى إندونيسيا ١٢٧ براكينا التي لا تزال في خطر منتشرة في جزر مختلفة. احدى من البراكين اخطر هو جبل كيلود تقع في كيديري، جاوى الشرقية. استناد إلى البيانات التاريخية المسجلة، مؤشر انفجار كيلود هو يتغير لون البحيرة على حفرة جبل كيلود وظهور الدخان التي ظهرت من الجزء السفلي من فوهة جبل كيلود. ولرصد حدوث الدخان في الحفرة، قامت وكالة الأرصاد الجوية وعلم المناخ والجيوفيزياء (BMKG) في جاوى الشرقية بتثبيت الدوائر التلفزيونية مغلقة (CCTV) تؤدي مباشرة إلى بحيرة الحفرة. ومع ذلك، فإن استخدام الدوائر التلفزيونية المغلقة لم تكن دقيقة لأنها لا تزال تستخدم قدرات المراقبة البصرية من الضباط المعينين في محطة الإشراف. ويسبب هذا الاضطراب من الضباب الذي ينزل كل يوم، وبالتالي فإن الصورة التي حصلت عليها الدوائر التلفزيونية المغلقة تعاني من اضطراب بصري.

لاستعادة الصورة المضطربة، بعض التقنيات من ازالة الضباب بيلاترال فلتر فى درك جنل فراير. درك جنل فراير هو طريقة لإزالة الضباب عن طريق تغيير قناة اللون رغب (الأحمر والأخضر والأزرق) إلى بكسل كثافة منخفضة والتي سيتم استخدامها بعد ذلك في عملية خريطة الإرسال (ترسمسن مف). في حين يستخدم المرشح الثنائي (بيلاترال فلتر) لإصلاح حواف التالفة بسبب عملية خريطة الإرسال (ترسمسن مف). بعد ذلك سيتم مقارنة صورة الإخراج مع صورة الإدخال باستخدام الرسم البياني و (إشارة الذروة إلى نسبة الضوضاء) بشنر (PSNR). وقد أثبتت هذه الدراسة أن القضاء على الضباب على الرغم من أنه ليس أقصى، مع قيمة بشنر (PSNR) ٢٩،٤٣٧ للضباب الرقيق، ٢٤،١٩٨ للضباب المتوسط، و ٢٢،١٨١ للضباب الكثيف باستخدام حجم التصحيح ٧٠. كلما زادت قيمة بشنر (PSNR) للصورة، كلما كانت جودة الصورة أفضل.

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia terletak diantara dua samudra (pasifik dan hindia) dan dua benua (Asia dan Australia). Selain itu Indonesia terlatak diatas pertemuan tiga lempeng bumi, yaitu lempeng Eurasia, lempeng Indoaustralia dan lempeng pasifik. Pertemuan dari tiga lempeng bumi diatas menyebabkan terjadinya aktivitas magma di dalam bumi, hal ini yang menyebabkan mengapa di Indonesia banyak terdapat gunung berapi. Dibumi ini terdapat dua jalur gunung api/sabuk api (*ring of fire*), yaitu sirkum pasifik dan sirkum mediterania yang kedanya melewati Indonesia.

Oleh sebab itu, di Indonesia banyak terdapat gunung berapi. Namun, tidak semua gunung berapi sering meletus. Gunung berapi yang sering 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 materiil. 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).

Contoh kejadian bencana gunung meletus yaitu pada tahun 2014 di Gunung Kelud, Kediri, Jawa Timur. Letusan Gunung Kelud ini merupakan letusan paling dahsyat dalam sejarah Gunung Kelud. Terjadi pada tanggal 14 Februari 2014. Letusan ini menimbulkan dampak korban jiwa, merusak pemukiman dan lahan pertanian warga, hampir dapat dipastikan, infrastruktur wisata kelud tak luput dari dampak erupsi kelud. Pasir yang di muntahkan gunung kelud yang hampir menutup rata seluruh wilayah kabupaten kediri dan sekitarnya (dan bahkan abu vulkaniknya sampai ke yogyakarta dan Bandung). Ketinggian lontaran material ke angkasa hingga radius 17 kilometer menjadi bukti besarnya daya ledak magma Gunung Kelud Bahkan, akibat tingginya intensitas debu, sejumlah bandara di Pulau Jawa terpaksa berhenti beroperasi. Letusan ini menewaskan 7 orang dan membuat 56.089 warga terpaksa mengungsi (Tempo, 26 Februari 2014).

Allah SWT telah menyampaikan kepada kita dalam firmanNya surat Ali Imron ayat 190-191:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَأَخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِّأُولِي
 الْأَلْبَابِ ﴿١٩٠﴾ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ
 وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا
 سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan silih bergantinya malam dan siang terdapat tanda-tanda bagi orang-orang yang berakal.”;
 “(yaitu) orang-orang yang mengingat Allah sambil berdiri atau duduk atau

dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan Kami, Tiadalah Engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha suci Engkau, Maka peliharalah Kami dari siksa neraka." (QS Ali Imron 190-191)

Allah SWT menjelaskan dalam ayat 190, bahwa dalam setiap penciptaan langit dan bumi terdapat tanda-tanda kebesaran Allah bagi *ulil-albab* (orang yang berfikir). Secara tidak langsung Allah SWT memerintahkan kita untuk mencari tanda-tanda kebesaran Allah agar kita semakin beriman kepadaNya. Semoga dengan diadakannya penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan keimanan kita dengan sesering mungkin mengingat Allah dan memikirkan tentang bagaimana penciptaan apa-apa yang ada di bumi dan dilangit.

Bencana memang tidak bisa dicegah tapi bisa diminimalisir dampaknya. Pihak BMKG (Badan Meterologi, Klimatologi dan Geofisika) Gunung Kelud telah memasang sebuah CCTV (*Closed-Circuit Television*) untuk memantau perkembangan dan keadaan kawah Gunung Kelud sehingga keadaan terkini kawah tersebut dapat dipantau. Kamera CCTV diletakkan berhadapan diberbagai titik di puncak gunung kelud. Kamera dapat memantau seluruh permukaan kawah, batu dan pohon-pohon disana.

Namun, seringkali kondisi kawah berubah diakibatkan oleh peningkatan aktifitas vulkanik yang disebabkan oleh reaksi senyawa kimia SO_2 (Sulfur Dioksida) dengan gas H_2S (Hidrogen Sulfida). Reaksi ini menyebabkan *degassing*, pembentukan gas yang menutupi permukaan kawah (K. Eka, 2006). Disamping itu, terjadi fenomena kabut yang seringkali turun. Sehingga, citra

yang ditangkap CCTV tidak maksimal karena tertutup kabut. Untuk itu perlu direstorasi visibilitasnya.

Dalam penelitian kali ini, Peneliti berusaha untuk menghilangkan kabut dari citra kawah dengan cara mengkombinasikan beberapa metode yang ada untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Metode yang digunakan adalah *Dark channel prior* dan *Bilateral filter*. Dengan menggunakan *patch size* dan estimasi dari *transmission map*, *dark channel prior* mampu menghasilkan citra dengan nilai PSNR yang baik melebihi algoritma lainnya, meskipun metode ini menangani citra yang mempunyai banyak *haze*, akan tetapi *dark channel prior* mempunyai kelemahan, yaitu, metode ini menggunakan proses *soft-matting* yang membutuhkan waktu lama, sehingga beberapa peneliti mengajukan beberapa perbaikan dengan mengganti proses *soft-matting* dengan metode lain (Nugroho & Fadila, 2017). Sedangkan metode *bilateral filter* menggunakan dua jenis pembobotan terhadap *pixel* pada citra, sehingga menghasilkan perhitungan yang lebih akurat. Bobot pertama yang digunakan adalah bobot spasial, yaitu menghitung kedekatan *pixel* secara geometris. Bobot kedua adalah bobot fotometrik, yang berguna untuk mengukur perbedaan intensitas warna antar *pixel* pada citra. Namun, *bilateral filter* mempunyai kelemahan yaitu, meskipun *noise* yang berada dalam citra berhasil dihilangkan, citra yang dihasilkan menjadi agak sedikit kabur. Dengan menggabungkan metode *dark channel prior* dan *bilateral filter*, diharapkan mampu menghasilkan gambar terbaik yang bebas dari gangguan kabut.

Pada penelitian sebelumnya, (Tan, 2008) melakukan proses *hazy image* dan mengembalikan kualitas gambar yang memiliki sedikit kontras, Tan hanya fokus pada *visibility restoration* (pengembalian jarak pandang) pada cuaca buruk tidak pada restorasi ke warna asli. Metode yang Tan gunakan malah menghasilkan gambar yang *overkontras*. Fattal (Fattal, 2008) mencoba untuk menyeleksi gambar dengan memisahkan ke beberapa bagian. Dia beranggapan bahwa transmisi medium dan permukaan bayangan tidak ada hubungannya. Metode ini mungkin gagal pada kabut yang terlalu tebal. He (He, Sun, & Tang, 2011) menyarankan untuk menggunakan metode *Dark channel prior* (DCP), dia berasumsi bahwa sebagian besar *patch* dengan sedikit intensitas cenderung mendekati nol. Dengan bantuan algoritma *soft-matting*, dapat meningkatkan kualitas gambar tetapi membutuhkan proses yang lama. Karena menggunakan algoritma *soft-matting* membutuhkan waktu proses yang lama, maka upaya restorasi visibilitas dapat menggunakan *bilateral filtering*.

Oleh karena itu, peneliti menyadari bahwa menerapkan hanya satu metode tidak menghasilkan *output* yang maksimal. Maka, menggabungkan metode DCP dengan *Bilateral filtering* adalah salah satu alternatif untuk menghasilkan *output* yang baik.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan sebelumnya maka terdapat permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana merestorasi visibilitas pada citra berkabut dengan menerapkan *bilateral filter* pada *Dark channel prior*?

1.3. Tujuan

Adapun maksud dan tujuan yang didapat dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan hasil citra digital yang bebas dari gangguan kabut dengan menggunakan metode *bilateral filter* pada *Dark channel prior*.

1.4. Batasan Masalah

Agar pembahasan penelitian ini tidak menyimpang dari apa yang telah dirumuskan, maka diperlukan batasan-batasan. Batasan-batasan dalam penelitian ini adalah:

1. Citra yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah citra kawah gunung kelud yang terdiri dari kabut tipis, sedang dan tebal.
2. Data yang diperoleh dari BMKG Gunung Kelud.
3. Ukuran citra yang digunakan adalah 800 X 410 *pixels* dengan ukuran DPI 36, 72 dan 144.
4. Kamera yang digunakan berupa kamera model *Q1755-E Network Camera*, dengan resolusi 1280x720, 10x *optical zoom*, dan 12x *digital zoom*.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian ini dapat dipandang dari tiga aspek yaitu peneliti, keilmuan dan manfaat dari sisi pembaca. Adapun manfaat tersebut adalah sebagai berikut :

1. Peneliti

- a. Dapat memperdalam pemahaman implementasi konsep/teori tentang *dehazing* citra menggunakan metode *dark channel prior*, *bilateral filtering*, dan *fog density evaluation*.
- b. Dapat mengimplementasikan konsep/teori tentang *dark channel prior*, *bilateral filtering*, dan *fog density evaluation*.

2. Keilmuan

- a. Turut serta dalam melakukan pencegahan bencana gunung meletus khususnya gunung kelud dengan membuat aplikasi yang dapat menghilangkan kabut pada CCTV yang terpasang diberbagai sudut kawah.

3. Pembaca

- a. Penggabungan metode diatas dapat dijadikan sebagai rujukan untuk dikembangkan lagi dikemudian hari.
- b. Menambah informasi dan pengetahuan bahwa Al-Quran dapat diintegrasikan dengan ilmu sains dan teknologi

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini membahas tentang penelitian yang terkait dan konsep tentang teori yang digunakan dalam melakukan penelitian ini.

2.1. Pengolahan Citra

Definisi pengolahan citra (*image processing*) adalah sebuah proses yang disana terdapat pengolahan yang masukannya berupa citra (*image*) dan keluarannya berupa citra pula dengan beberapa perubahan dan perbaikan. Atau menurut Rinaldi Munir, Pengolahan citra adalah pemrosesan citra, khususnya dengan menggunakan komputer, menjadi citra yang kualitasnya lebih baik (Rinaldi Munir, 2004).

Sebuah citra mempunyai banyak informasi yang dapat dimuat, akan tetapi seringkali citra tersebut mengalami penurunan mutu (*degradation*), misalnya citra tersebut mengandung cacat atau *noise*, warna yang dimilikinya terlalu kontras, kurang tajam, dan kabur (*blur*). Tentu saja citra seperti ini menjadi lebih sulit untuk dipahami karena informasi yang disampaikan oleh citra tersebut berkurang dan mengalami penurunan kualitas dan ketajaman. Agar citra yang mengalami gangguan dapat diinterpretasi oleh mesin maupun

manusia, maka citra tersebut perlu dimanipulasi menjadi citra lain yang kualitasnya lebih baik.



Gambar 2.1 Citra Burung Nuri.

Sebagai contoh, citra burung nuri pada Gambar 2.1 tampak lebih gelap, lalu dengan operasi pengolahan citra kontrasnya diperbaiki sehingga menghasilkan citra burung nuri yang lebih terang dan tajam (M. Edy, Sutoyo, 2009).

2.2. Gunung Kelud

Gunung Kelud terletak di 3 Kabupaten di Jawa Timur. Yaitu kabupaten Kediri, Kabupaten Malang, dan Kabupaten Blitar. Dari pusat kota Kediri memerlukan jarak tempuh sekitar 30 km ke arah timur. Kelud sendiri merupakan bahasa serapan dari bahasa belanda, yaitu *klut*, *cloot*, *kloet*, atau *kloete* yang mempunyai arti gunung berapi. Sebagai gunung berapi yang aktif pada umumnya, sejak tahun 1000 M Gunung Kelud telah meletus lebih dari 30 kali.



Gambar 2.2 Kawah Gunung Kelud.

Gunung Kelud termasuk dalam tipe stratovulkan dengan letusan tipe eksplosif. Gunung ini terbentuk akibat proses subduksi lempeng benua Indo-Australia terhadap lempeng Eurasia. Di kawah Gunung Kelud terdapat danau kawah yang ketika terjadi letusan dapat menghasilkan aliran lahar letusan dalam jumlah besar. Gunung Kelud mempunyai tiga puncak, yaitu Puncak Kelud, Puncak Gajahmungkur, dan Puncak Sumbing (K. Eka, P. Sofyan, 2006).



Gambar 2.3 Letusan Gunung Kelud.

Letusan paling dahsyat pada akhir-akhir ini terjadi pada tahun 2014 yang menyebabkan 4 jiwa melayang dan seluruh kota Kediri tertutup oleh debu vulkanik. Suara ledakan dialporkan terdengar hingga kota Surabaya, Solo, dan Yogyakarta yang berjarak 200 km dari pusat letusan. Bahkan debu vulkanik ini mencapai berbagai kota di Jawa Barat, sedangkan di wilayah Yogyakarta dan Surakarta ketebalan debu vilkanik mencapai 2 centimeter. Di daerah Madiun dan Magetan jarak pandang untuk pengendara kendaraan bermotor atau mobil hanya 3-5 meter saja.



Gambar 2.4 Dampak letusan Gunung Kelud.

Hujan abu dari letusan Gunung Kelud sempat melumpuhkan sebagian pulau Jawa. Tujuh bandara di Surabaya, Surakarta, Malang, Yogyakarta, Semarang, Cilacap, dan Bandung ditutup. Dan berbagai kerusakan manufaktur yang disebabkan oleh hujan abu sehingga menghambat laju perputaran ekonomi masyarakat. Akibat letusan Gunung Kelud ini, berhasil membukukan kerugian sebesar lebih dari Rp 392 miliar rupiah.

2.3. Kabut

Kabut adalah uap air yang berada dekat permukaan tanah yang berkondensasi menjadi mirip awan. Udara di sekitar kita mengandung air dalam bentuk uap atau gas. Tapi, udara hangat mampu menampung uap air dalam jumlah yang lebih banyak. Ketika didinginkan, maka uap air yang tadinya ada di udara akan mengembun sebagian dan kembali ke wujud semula, yakni wujud cair.

Diwaktu atautempat tertentu, seperti perpindahan dari malan ke pagi hari atau di lereng pegunungan, udara akan mengalami perubaha suhu. Sehingga uap air atau gas akan mencapai titik jenuh dan berubah kembali menjadi air.

Air ini hanya berupa titik-titik yang sangat ringan, sehingga mereka bisa melayang-layang di udara. Karena jumlahnya yang sangat banyak, maka titik-titik air yang melayang ini sanggup mengganggu penglihatan.

Haze merupakan suatu gangguan yang terdapat pada citra yang dapat berupa kabut, asap, atau sesuatu yang diakibatkan oleh fenomena atmosfer. *Haze* adalah sebuah gangguan yang harus segera dihilangkan karena mengganggu *vision* sebuah kamera. Oleh karena itu, dilakukanlah proses *dehazing* yang dapat menghilangkan gangguan tersebut. *Dehazing* sangat dibutuhkan dalam dunia fotografi dan komputer vision karena dapat meningkatkan visibilitas citra secara signifikan dan dapat mengkoreksi perubahan warna yang dikarenakan oleh *airlight* (cahaya yang berasal dari langit)

2.4. *Hazy Image Model* (Model Citra Berkabut)

Citra yang mengalami gangguan (*haze*) telah banyak diketahui dan diketahui didunia *image processing*, dapat dideskripsikan sebagai berikut:

$$I_c(x) = J_c(x)t(x) + A(I-t(x)) \quad (1)$$

x = posisi *pixel* didalam gambar

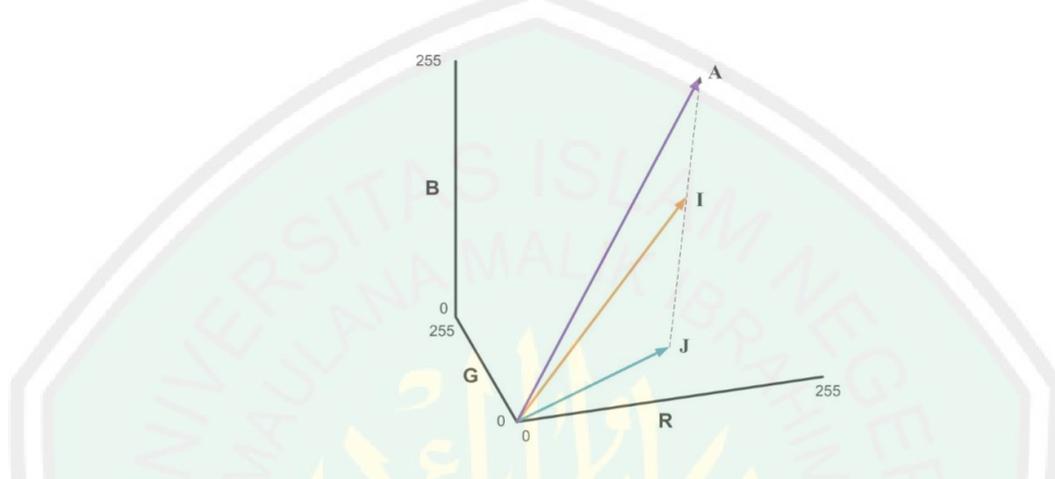
I_c = citra yang mengalami gangguan

J_c = intesitas cahaya

A = *airlight*

t = transimisi.

Citra yang mengalami gangguan adalah ketika warna RGB, nilai A , I_c (x), dan $J_c(x)$ berada pada satu bidang dan satu garis lurus seperti yang dimodelkan pada Gambar 2.5 berikut ini:



Gambar 2.5 Hazy image model.

Singkatnya, *dehazing* adalah untuk mengembalikan J_c dari I_c dengan mengestimasi t dan A (Putra, Prianto, Yuniarno, & Purnomo, 2016).

2.5. Dark channel prior

Kaiming He memperkenalkan istilah *dark channel* pada tahun 2011. Dia berpendapat bahwa setiap *pixel* didalam citra mempunyai intensitas rendah bahkan ada yang sampai mendekati nol (He et al., 2011). *Dark channel prior* merupakan metode dengan menggunakan *dark pixels*, yaitu *pixel* yang memiliki intensitas yang sangat rendah dari tiga lapisan warna (RGB). *Pixel* dengan intensitas rendah, dianggap bukan sebagai kabut.

Dark channel prior pada dasarnya adalah pendekatan berbasis statistika. Jika kita mengamati pada citranya, yang tidak terlibat didalamnya

area berwarna putih seperti langit, pada beberapa *pixel* yang terdapat pada satu saluran warna (RGB) yang memiliki kecenderungan intensitas rendah. Bahkan intensitas tersebut sampai mendekati angka nol. *Pixel* inilah yang kemudian disebut sebagai *pixel* gelap atau *dark pixels*. Dari deskripsi diatas, bisa diasumsikan bahwa *transmission map* dan kabut bisa diestimasi secara akurat. Dikarenakan pada area yang berkabut dan pada *pixel* tertentu, ketiga saluran warna RGB masing-masing memiliki kecenderungan intensitas yang tinggi. Sehingga, intensitas yang tinggi ini menyebabkan warna citra menjadi cenderung berwarna putih.

Ada tiga hal yang menjadi pertimbangan dalam menggunakan metode *dark channel prior*. Yang pertama ialah pengamatan ini semata-mata berdasarkan kondisi luar ruangan yang cerah. Namun adakalanya pada sebagian kondisi cerah metode dari *dark channel prior* berlaku dan adakalanya dari sebagian kecil kondisi lingkungan yang cerah akan menjadikan metode ini tidak berlaku.

Pertimbangan kedua adalah metode ini sangat cocok untuk kondisi di luar ruangan dibanding kondisi di dalam ruangan. Hal ini disebabkan karena kondisi di luar ruangan mempunyai banyak sekali objek yang terkandung didalam citranya. Contohnya adalah citra pemandangan alam. Jika dilihat, objek dari pemandangan tersebut bisa dibagi berdasarkan jaraknya, objek jarak jauh, objek jarak menengah, dan objek jarak dekat. Sebagai contoh dari objek jarak jauh adalah gunung sebagai latar dari citra tersebut, sawah sebagai objek jarak menengah, dan rumah sebagai objek jarak dekat.

Ketiga, intensitas cahaya dari suatu *pixel* itu tidak hanya berasal dari sumber cahaya maupun dari pantulan cahaya dari permukaan objek, tetapi juga dari kamera itu sendiri. Artinya, kamera yang digunakan untuk mengambil citra akan sangat berpengaruh nantinya.

Dark channel prior sendiri didefinisikan bahwa dalam beberapa *pixel* dari suatu citra, salah satu dari saluran warna RGB ada yang memiliki intensitas yang rendah bahkan cenderung mendekati nol. Intensitas rendah tersebut berada di bawah nilai ambang batas y :

$$J_{dark}(x) = \frac{\min}{c \in (r,g,b)} J_c(x) \quad (2)$$

Apabila $J_{dark}(x)$ adalah *pixel* gelap yang terdapat pada koordinat *pixel* x , maka *dark channel* pada koordinat *pixel* p bisa ditulis sebagai $J_{dark}(p)$ selama nilai koordinat *pixel* x lebih besar dari nilai koordinat *pixel* p . J adalah citra cerah, maka *dark channel* dari J adalah:

$$J_{dark} = \min_{p \in \Omega} \left(\frac{\min}{c \in (r,g,b)} (J_c(p)) \right) \quad (3)$$

Dark channel merupakan hasil dari perhitungan dua operator minimum. Yang pertama adalah operator $\min_{c \in (r,g,b)}$. Operator ini berfungsi untuk mengambil saluran warna RGB minimal yang berada pada tiap-tiap *pixel*. Kedua adalah operator $\min_{p \in \Omega(x)}$, operator ini digunakan untuk memproses tiap *pixel* dari jendela blok dalam ukuran tertentu.

Pada dasarnya, proses perhitungan metode *dark channel* dapat digunakan untuk objek berupa citra. Citra yang digunakan tidak harus berupa

citra yang benar-benar cerah atau tidak mengandung kabut. Jadi, metode *dark channel* bisa digunakan untuk citra berkabut maupun citra yang tidak berkabut.

2.5.1. *Airlight estimation*

Airlight estimation dapat disimbolkan sebagai A . Dalam sebuah citra terkandung didalamnya beberapa objek, yang mana objek-objek tersebut bisa saja menjadi sumber cahaya. Radiasi dari cahaya matahari yang merambat melalui udara kemudian mengenai permukaan objek dan dipantulkan, jika intensitas efek pantulan tersebut cenderung tinggi, maka objek ini bisa menjadi sumber cahaya (Putra et al., 2016).

Dalam kasus citra pemandangan alam, mata manusia dapat membedakan dengan jelas antara langit dan daratan. Sebagian besar dari area langit merupakan sumber cahaya. Sinar matahari menyebar melalui atmosfer kemudian melewati awan tebal dan cahayanya pun tersebar ke berbagai arah. Dispersi ini menjadikan awan lebih cerah. Kemungkinan lainnya yang bisa menjadi sumber cahaya adalah objek yang memantulkan sinar matahari (Narasimhan & Nayar, 2002). Objek yang lebih terang dari langit sangat mempengaruhi pandangan.

Airlight estimation adalah hal yang sulit, dalam kasus ini kami menggunakan asumsi bahwa *pixel* dari citra *dark channel* yang memiliki intensitas tinggi merupakan sumber cahaya. *Pixel* dengan

intensitas paling tinggi dari *dark channel* adalah A , dimana A sebagai sumber cahaya.

2.5.2. *Transmission map*

Pada *Transmission map* berbasis *dark channel*, ketika sumber cahaya A sudah diketahui, maka bisa dilakukan operasi persamaan berikut ini:

$$\frac{I_c(x)}{A_c} = \frac{J(x)}{A_c} t(x) + 1 - t(x) \quad (4)$$

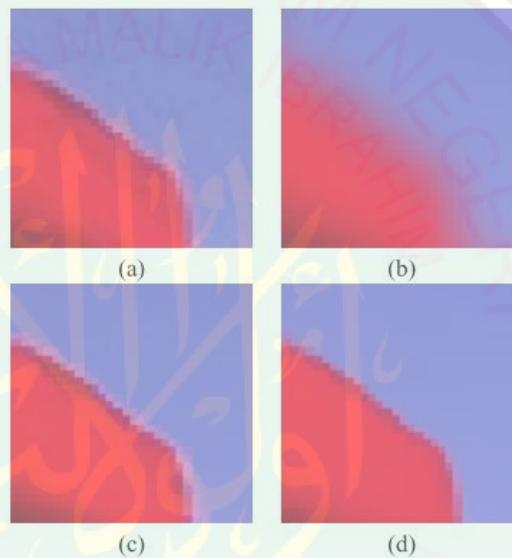
Simbol c mewakili saluran warna RGB. Artinya, operasi ini diproses secara mandiri untuk tiap saluran warna. *Dark channel* sendiri tidak bisa digunakan pada area langit. Namun, area langit sendiri jika dilihat pada suatu citra intensitas yang dihasilkan akan mendekati intensitas sumber cahaya A . Jika ada objek dari citra yang memiliki intensitas mendekati atau sama dengan besarnya A , maka transmisi untuk objek tersebut akan cenderung mendekati nilai 1.

2.6. *Bilateral filter*

Bilateral filter pada dasarnya adalah metode untuk memperhalus citra dari gangguan *noise* dan tidak memperhalusnya ketika ada *pixel* yang tidak sama, tentunya dengan menjaga tepi (*edge*) agar tidak rusak (Tomasi & Manduchi, 1998).



Gambar 2.6 Contoh Bilateral filtering.



Gambar 2.7 Detail hasil proses *bilateral filter*.

Bilateral filtering mempunyai metode yang sederhana, yakni mengkombinasikan tingkat abu-abu (*gray level*) atau warna dasar dengan kesamaan fotometrik, dan lebih mendekati nilai yang dekat dengan *pixel* di kedua domain dan rentang. Dapat dirumuskan dengan:

$$J_s = \frac{1}{K_s} \sum_{p \in \Omega} f(p - s) g(i_p - i_s) l_p \quad (5)$$

$$K_s = \sum_{p \in \Omega} f(p - s) g(i_p - i_s) \quad (6)$$

- J_s = hasil intensitas *pixel*
 K_s = koordinat *pixel*
 s = koordinat *pixel* tengah
 p = koordinat *pixel* tetangga
 i_s, i_p = intensitas s dan p
 $g(i_p - i_s)$ = ukuran *photometric similarity* antara i_s dan i_p .

Hasil dari persamaan diatas, *bilateral filter* akan mengganti *pixel* yang cerah dan mengabaikan *pixel* yang gelap. Sebaliknya, ketika filter berada di *pixel* gelap, *pixel* yang cerah akan diabaikan (Tomasi & Manduchi, 1998).

2.7. PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*)

PSNR adalah perbandingan antara derau atau noise yang berpengaruh pada sinyal terhadap nilai maksimum dari sinyal yang diukur. PSNR merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk menentukan kualitas citra setelah dilakukan proses pengolahan citra. Citra keluaran akan dibandingkan dengan citra masukan untuk memberi perkiraan kasar kualitas citra yang dihasilkan. Secara matematis, PSNR dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{C^2 \max}{\frac{\sum (y_t - f_t)^2}{n}} \right) \quad (8)$$

Y_t = data actual pada periode t

F_t = peramalan periode t

N = jumlah data

PSNR sering dinyatakan dalam skala logaritmik dalam satuan decibel (db). Semakin besar nilai PSNR maka kualitas citranya akan semakin baik, semakin kecil nilai PSNR maka kualitas citranya akan semakin buruk.

2.8. *Dot Per Inch* (DPI)

Dot Per Inch (DPI) merupakan kumpulan titik-titik dalam ukuran *inch* (2,54 cm) yang membentuk suatu citra visual atau cetak. DPI berpengaruh pada hasil cetak dari foto maupun teks, semakin besar nilai DPI maka semakin tajam citra yang dihasilkan. Dalam penelitian ini menggunakan DPI rendah (36), sedang (72), dan tinggi (144).

2.9. Penelitian Terkait

Pada penelitian sebelumnya, (Tan, 2008) melakukan proses *hazy image* dan mengembalikan kualitas gambar yang memiliki sedikit kontras, Tan hanya fokus pada *visibility restoration* (pengembalian jarak pandang) pada cuaca buruk tidak pada restorasi ke warna asli. Tan mengusulkan metode baru yaitu penghapusan kabut dengan memaksimalkan kontras local dari gambar berdasarkan *Markov Random Field* (MRF). Metode yang Tan gunakan ini malah menghasilkan gambar yang *overkontras* tapi metode Tan memberikan hasil yang mengesankan.

Fattal (Fattal, 2008) mencoba untuk menyeleksi gambar dengan memisahkan ke beberapa bagian. Dia beranggapan bahwa transmisi medium dan permukaan bayangan tidak ada hubungannya. Metode ini mungkin gagal pada kabut yang terlalu tebal. Fattal mengusulkan untuk menghapus kabut dari

citra berwarna berdasarkan Analisis Komponen Independen (ACI), tetapi pendekatan ini memakan waktu dan tidak dapat digunakan untuk menghilangkan kabut gambar *grayscale*. Selain itu, memiliki beberapa kesulitan saat berurusan dengan gambar kabut yang padat.

He (He et al., 2011) menyarankan untuk menggunakan metode *Dark channel prior* (DCP), dia berasumsi bahwa sebagian besar *patch* dengan sedikit intensitas cenderung mendekati nol. Menurut He, setidaknya pada satu *channel* warna terdapat beberapa *pixel* dengan intensitas yang sangat rendah dan mendekati nol. Dengan *prior* ini, mereka memperkirakan ketebalan kabut, dan mengembalikan citra bebas kabut oleh model hamburan atmosfer. Pendekatan DCP sederhana dan efektif dalam kebanyakan kasus. Dengan bantuan algoritma *soft-matting*, dapat meningkatkan kualitas gambar tetapi membutuhkan proses yang lama. Karena menggunakan algoritma *soft-matting* membutuhkan waktu proses yang lama, He, dkk menggunakan *pixel* gelap dalam *window* lokal *dark pixels* untuk menghasilkan estimasi kasar dari *transmission map* yang memperoleh hasil melebihi algoritma lainnya dan bahkan berhasil untuk kejadian yang sangat banyak *haze*.

Fitri (Hikmah, 2017), menggunakan metode *dark channel prior* untuk proses *dehazing* pada citra kawah Gunung Kelud kemudian menghitung hasil citra masukan dan hasil citra keluaran menggunakan FADE (*Fog Aware Density Estimation*). FADE merupakan sebuah metode untuk mengukur seberapa bagus kualitas citra dari citra berkabut tanpa harus mengacu pada citra

lainnya sebagai acuan untuk pengukuran tingkat kepadatan kabut. Akan tetapi, ia tidak menggunakan *filter* tambahan untuk melakukan proses *dehazing*.

Nafis (Syahroni, 2017) dalam memproses citra berkabut menggunakan metode *color attenuation prior* dan *fast guided filter*. *Color attenuation prior* merupakan suatu metode untuk menghilangkan kabut yang menggunakan bantuan *channel HSV (Hue, Saturation Value)*. *Guided filter* merupakan metode untuk menghitung hasil *filter* dengan memperhitungkan konten gambar acuan, yang tidak lain adalah gambar *input* itu sendiri. *Fast Guided filter* merupakan salah satu metode untuk *edge preserving filter* (teknik pengolahan citra untuk menghaluskan tekstur dan mempertahankan ketajam tepi) yang tercepat. Akan tetapi, kelemahan dari penelitian ini adalah, jika proses *guided filter* tidak menggunakan *fast guided filter*, maka prosesnya akan sangat lama kurang lebih sekitar 40 sampai 50 detik.

Penelitian yang dilakukan oleh Fresy menggunakan *fast guided filter* pada *dark channel prior* berbasis perbedaan warna. Citra input berupa *channel* warna RGB dirubah dahulu menjadi *channel HSV*. Tujuan dari konversi citra ke *channel HSV* adalah agar warna dari citra tersebut dapat diredam menggunakan model warna HSV sehingga tingkat kecerahan citra tersebut akan melemah dan warnanya akan berubah. Setelah proses konversi menjadi *channel HSV*, dilakukan proses *dark channeling* untuk menghilangkan kabut, kemudian melakukan proses *fast guided filter* untuk menjaga tepian objek tetap halus atau dikenal dengan proses *refine edge preserving* (Nugroho & Fadila, 2017).

Penelitian yang dilakukan oleh Rizal menggunakan metode *dark channel pior*, kemudian ia membandingkan dua buah filter mana yang lebih cepat waktu prosesnya yaitu *guided filter* dan *fast guided filter*. Dari penelitian tersebut, dapat disimpulkan bahwa *fast guided filter* memiliki waktu komputasi yang lebih cepat bahkan hamper setengah dari waktu komputasi *guided filter*. Akan tetapi hasil dari perhitungan PSNR menunjukkan bahwa *guided filter* mempunyai nilai yang lebih baik dari *fast guided filter* (Muttaqin, 2017).



BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Di dalam bab ini akan dijelaskan mengenai tahapan-tahapan penelitian dan bagaimana penelitian ini akan dilakukan, pada bab ini juga akan dijelaskan tentang kebutuhan sistem dan *software* apa yang akan digunakan.

Penelitian ini akan membuat sebuah aplikasi yang berguna untuk proses *dehazing* (menghilangkan kabut). Objek yang akan digunakan adalah citra kawah Gunung Kelud dengan menggunakan metode *Dark channel prior* dan *Bilateral filter*.

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

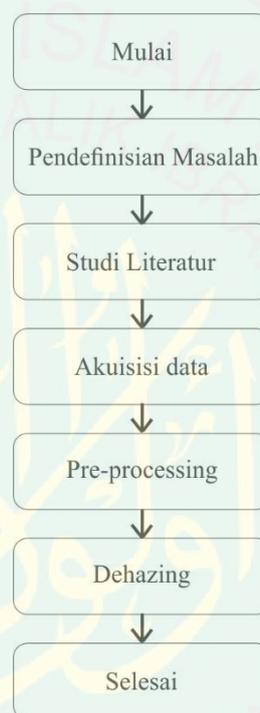
Penelitian ini dilakukan di Jurusan teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Dikarenakan kondisi kampus yang menunjang proses penelitian, maka penelitian diharapkan dilakukan dengan semaksimal mungkin. Sedangkan untuk waktu penelitian dimulai pada bulan April– Oktober 2017.

3.2. Proses Pengambilan Data

Data diperoleh dari *CCTV (Close Circuit Television)* kawah Gunung Kelud yang dimiliki oleh BMKG (Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika) Jawa Timur. Data dari yang diperoleh *CCTV* terkadang mengalami gangguan yang disebabkan oleh kabut, sehingga citra yang dihasilkan tidak jelas dan menyebabkan proses pemantauan kawah terganggu.

3.3. Prosedur penelitian

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



Gambar 3.1 Alur prosedur penelitian.

a. Pendefinisian Masalah

Penentuan masalah meliputi pembahasan masalah yang akan dikerjakan oleh system dari data yang telah diperoleh sebelumnya, yakni citra kawah Gunung Kelud. Kemudian, peneliti menentukan metode yang akan digunakan. *Dehazing* mempunyai

berbagai macam metode, tetapi peneliti mencoba untuk menggunakan metode *Dark channel prior* dan *Bilateral filter*.

b. Studi Literatur

Studi literatur dilaksanakan sebelum memulai penelitian, karena perlunya informasi yang harus didapatkan dari penelitian sebelumnya mengenai metode yang akan digunakan pada penelitian kali ini yakni *Dark channel prior* dan *Bilateral filter*.

c. Akuisisi Data

Akuisisi data citra dilakukan untuk mengambil data citra digital dengan menggunakan alat pengambil citra digital, dalam kasus ini adalah kamera CCTV yang selanjutnya akan diolah menggunakan metode *dark channel prior* dan *bilateral filter*. Tujuan utama dari akuisisi citra adalah untuk menentukan data yang mana yang akan diolah dan data yang tidak diolah karena beberapa alasan.

d. Pre Processing

Pada tahap ini, dilakukan berbagai macam proses perbaikan. Hal ini dilakukan untuk mempermudah implementasi metode yang akan diterapkan pada sistem. Adapun tahapan *pre-processing* yang dilakukan pada penelitian kali ini adalah:

a. *Image Compression*

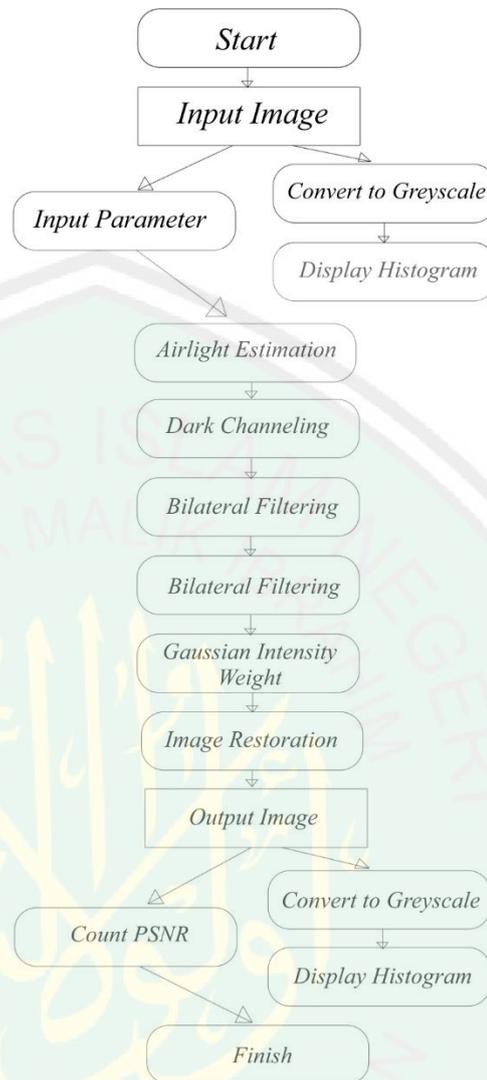
Data citra kawah Gunung Kelud yang didapat dari CCTV milik BMKG Jawa Timur mempunyai resolusi yang besar, yaitu 1280×720 *pixel*. Agar lebih mudah dan cepat ketika pemrosesan implementasi *bilateral filter* pada *dark channel prior*, maka komresi citra dibutuhkan agar proses yang diperlukan menjadi lebih singkat dan dapat menghemat memori. Data citra dikompresi menjadi ukuran 800×400 *pixel*.

b. *Image Classification*

Pengelompokan citra berdasarkan ketebalan kabut diperlukan untuk mempermudah proses. Maka data yang diperoleh dikelompokkan menjadi 3 bagian, yaitu, citra berkabut tipis, citra berkabut sedang dan citra berkabut tebal.

e. *Dehazing Citra*

Proses *dehazing* citra kali ini menggunakan *bilateral filter* yang akan diimplementasikan pada *dark channel prior*. Adapun prosesnya dapat digambarkan pada gambar 3.2 berikut ini:



Gambar 3.2 Flow chart dehazing.

a. *Input Image*

Masukan citra berupa citra yang masih memiliki gangguan kabut dan akan diproses menggunakan implementasi *bilateral filter* pada *dark channel prior* yang nantinya akan menghasilkan citra yang bebas dari gangguan kabut. Citranya sendiri dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu citra berkabut tebal, citra berkabut sedang, dan citra

berkabut tipis. Hal ini penting dilakukan karena untuk menentukan citra mana yang akan diproses. Berikut *source code* untuk menampilkan masukan gambar uji pada program:

```
[filename,pathname] =
uigetfile({'*.jpg'; '*.png'; '*.*'}, 'Ambil Gambar');
ambilFoto = imread([pathname,filename]) ;
set(handles.lokasi, 'String', [pathname,filename]) ;

axes(handles.OriAxes) ;
imshow(ambilFoto);
set(handles.OriAxes, 'HandleVisibility', 'ON') ;
set(handles.OriAxes, 'XTickLabel', '', 'YTickLabel', '');
```

Gambar 3.3 *Source code* untuk memasukkan citra.

Source code di atas menunjukkan bahwa citra yang akan diproses menggunakan ekstensi *.jpg* dan *.png*, kemudian dilakukan perintah *imread* agar program dapat membaca citra yang telah dipilih oleh *user*. Perintah *imshow* digunakan untuk menampilkan citra yang telah dipilih pada GUI (*Graphical User Interface*) program.

b. *Input Parameter*

Langkah selanjutnya adalah *Input Parameter*, proses ini berguna untuk memasukkan beberapa parameter yang diperlukan oleh program untuk dapat menjalankan proses *dehazing*. Parameter yang dimasukkan adalah besaran *patch size*, deviasi *x* dari *bilateral filter*, dan deviasi *y* dari *bilateral filter*. Nilai *x* digunakan untuk menentukan seberapa tajam

citra yang diinginkan, sedangkan nilai y digunakan untuk menentukan seberapa tajam citra yang diinginkan, sedangkan nilai x digunakan untuk menentukan seberapa halus citra yang diinginkan. Berikut ini *source code* untuk memasukkan parameter-parameter tersebut:

```
r = str2num(get(handles.edit7, 'String'));;
dc2 = minfilt2(dc, [r, r]);
dc2(h, w)=0;
```

Gambar 3.4 *Source code* untuk memasukkan *patch size*.

Code diatas digunakan untuk memasukkan besaran nilai *patch size* yang diwakili oleh parameter r , nilai r yang berupa *string* harus dikonversi menjadi *integer* terlebih dahulu agar dapat diproses. Parameter r selanjutnya diambil oleh parameter $dc2$ yang digunakan untuk proses *dark channeling*.

```
b1= str2num(get(handles.edit8, 'String'));;
b2= str2num(get(handles.edit9, 'String'));;
sigma =[b1 b2]; % bilateral filter standard
deviations
bflt_img1 = bfilter2(img1, w, sigma);
```

Gambar 3.5 *Source code* untuk memasukkan deviasi *bilateral filter*.

Langkah berikutnya setelah memasukkan nilai *patch size* adalah memasukkan nilai deviasi *bilateral filter*. Sama seperti ketika memasukkan *patch size*, tipe data *string* harus di rubah dahulu

menjadi tipe data *integer*. Parameter *b1* berfungsi untuk menentukan ketajaman dari proses *bilateral filter*, sedangkan parameter *b2* digunakan untuk menentukan seberapa halus citra yang dihasilkan dari proses *bilateral filter*.

c. *Convert to Grayscale and Display histogram*

Sebelum dilakukan proses *dehazing*, citra asli yang mengandung warna RGB terlebih dahulu dikonversi menjadi citra *greyscale*. Langkah ini berfungsi agar citra asli dapat diambil nilai histogramnya. Untuk *source codenya* dapat dilihat di bawah ini:

```
I = imread([pathname, filename]);
B=rgb2gray(I);
imhist (B);
```

Gambar 3.6 *Source code* menampilkan histogram.

Baris kode diatas berfungsi untuk mengubah citra asli menjadi citra *greyscale* kemudian diambil histogramnya.

Perintah *rgb2gray* berfungsi untuk mengubah citra menjadi *greyscale* kemudian perintah *imhist* berfungsi untuk menampilkan histogramnya.

d. *Airlight estimation*

Proses *Airlight estimation* digunakan untuk menentukan dimana letak sumber cahaya atau letak dari pantulan cahaya.

Baris kode yang digunakan adalah:

```
function [A,ix] = proses3(img, Jdark, isShowImg)
if margin < 3
    isShowImg = 1;
end
[panjang,lebar,c] = size(img);
if isinteger(img)
    img = double(img)/255;
end
```

Gambar 3.7 Source code untuk *Airlight estimation*.

e. *Dark Channeling*

Proses *Dark channel* merupakan proses yang mengubah citra asli yang semula mempunyai *channel* warna RGB menjadi citra dengan *pixel* rendah atau cenderung gelap karena citra berkabut mempunyai warna putih yang tidak merata.

```
sz=size(I);
w=sz(2);
h=sz(1);
dc = zeros(h,w);
for y=1:h
    for x=1:w
        dc(y,x) = min(I(y,x,:));
    end
end
```

Gambar 3.8 Source code untuk *dark channeling*.

f. *Transmission map*

Proses *Transmission map* merupakan proses yang dilakukan setelah proses *dark channel*. Setelah citra *dark channel*

didapat, selanjutnya citra akan ditransmisikan pada setiap *pixel* yang digunakan, untuk menangkap tepi citra yang terputus. *Transmission map* merubah *pixel* dari citra *dark channel* yang mempunyai intensitas rendah menjadi intensitas tinggi, dan merubah *pixel* dari citra *dark channel* yang mempunyai intensitas tinggi menjadi intensitas rendah.

```
w0=0.6;
Max_dark_channel=double(max(max(dc2)));
dark_channel=double(dc2);
waktu=1-w0*(dark_channel/Max_dark_channel);
T=uint8(waktu*255);
axes(handles.axes9);
imshow (T);
```

Gambar 3.9 Source code untuk proses *transmission map*.

g. *Bilateral filtering*

Blateral filter merupakan proses *smoothing* dan *sharpening* citra. Proses ini mengembalikan *edge* yang rusak dari proses *Transmission map*. Source code untuk operasi *bilateral filter* terdapat pada gambar dibawah ini:

```

% Apply bilateral filter.
dim = size(A);
B = zeros(dim);
for i = 1:dim(1)
    for j = 1:dim(2)

        % Extract local region.
        iMin = max(i-w,1);
        iMax = min(i+w,dim(1));
        jMin = max(j-w,1);
        jMax = min(j+w,dim(2));
        I = A(iMin:iMax,jMin:jMax);

        % Compute Gaussian intensity weights.
        H = exp(-(I-A(i,j)).^2/(2*sigma_r^2));

        % Calculate bilateral filter response.
        F = H.*G((iMin:iMax)-i+w+1,(jMin:jMax)-j+w+1);
        B(i,j) = sum(F(:).*I(:))/sum(F(:));
    end
end

```

Gambar 3.10 Source code untuk proses *Bilateral filter*.

h. Image Restoration

Proses ini adalah mengembalikan keadaan citra seperti semula setelah melalui proses *dark channeling*, *transmission map*, dan *bilateral filter*. Output dari *image restoration* ini berupa citra RGB yang bebas dari kabut dan memiliki *brightness* dan *contrast* yang seimbang sehingga citra dapat dianalisa dengan baik karena sudah tidak memiliki gangguan apapun.

```

I1=double(I);
J(:,:,1) = uint8((I1(:,:,1) - (1-
bflt_img1)*Max_dark_channel)./bflt_img1);
J(:,:,2) = uint8((I1(:,:,2) - (1-
bflt_img1)*Max_dark_channel)./bflt_img1);
J(:,:,3) =uint8((I1(:,:,3) - (1-
bflt_img1)*Max_dark_channel)./bflt_img1);

```

Gambar 3.11 Source code untuk proses *image restoration*.

i. *Output Image*

Citra hasil proses *dehzing* dapat disimpan oleh *user* dengan kualitas citra yang lebih baik.

```
A=getimage(handles.ResAxes);
imwrite(A,'result.png');
```

Gambar 3.12 *Source code* untuk proses *Export image*.

j. *Count PSNR*

Proses selanjutnya setelah citra keluaran didapat adalah menghitung nilai PSNR nya, untuk mengetahui seberapa bagus kualitas citra yang dihasilkan. *Source code* untuk menghitung PSNR terdapat pada gambar dibawah ini:

```
n=size(I);
M=n(1);
N=n(2);
MSE = sum(sum((I-J).^2))/(M*N);
PSNR = 10*log10(255*255/MSE);
```

Gambar 3.13 *Source code* untuk menghitung PSNR.

k. *Convert to Greyscale and Display Histogram*

Proses terakhir adalah menampilkan histogram dari citra yang telah dihasilkan untuk dibandingkan dengan histogram dari citra asli.

3.4. Instrumen Penelitian

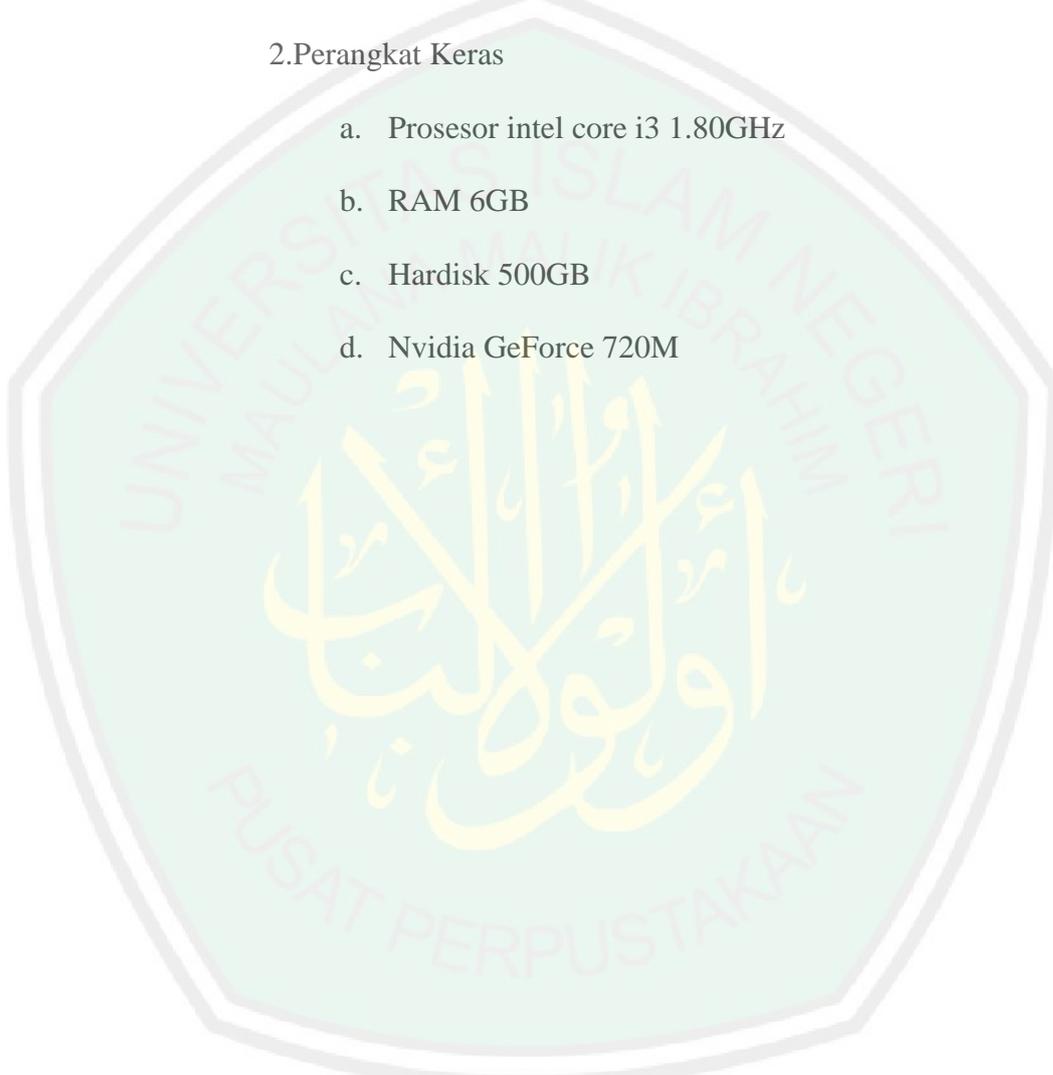
Dalam menunjang kelancaran proses penelitian dengan baik, dibutuhkan beberapa instrumen penelitian. Sehingga tujuan dari penelitian ini dapat tercapai, intrumen yang akan digunakan adalah sebagai berikut:

1.Perangkat Lunak

- a. Sistem Operasi *Microsoft Windows 10*
- b. Matlab 2016
- c. Pengolah gambar Corel Draw X7

2.Perangkat Keras

- a. Prosesor intel core i3 1.80GHz
- b. RAM 6GB
- c. Hardisk 500GB
- d. Nvidia GeForce 720M



BAB IV

UJI COBA DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini menggunakan metode *bilateral filter* pada *dark channel prior* yang di implementasikan untuk menghilangkan *noise* dalam citra kawah Gunung Kelud. Dari beberapa percobaan yang telah dilakukan didapatkan hasil yang bermacam-macam melalui perhitungan PSNR dengan meningkatkan dan menurunkan deviasi standart (x/y) *bilateral filter* pada tiap percobaannya. Pada percobaan pertama menggunakan deviasi standart (x/y) *bilateral filter* yang diatur pada angka 4/0.05, percobaan selanjutnya ditambahkan 0,20 pada tiap percobaannya untuk variable 'y'. Sedangkan untuk variable 'x' dikurangi 2 pada tiap percobaannya. Uji coba terakhir menggunakan 3 nilai DPI yang berbeda, yakni 36, 72, dan 144. Di akhir bab ini akan dibahas mengenai integrasi sains dengan alquran.

4.1. Data Uji

Data-data yang diperoleh dari BMKG akan dikelompokkan menjadi 3 kriteria, kabut tipis, kabut sedang, dan kabut tebal berdasarkan seberapa jelas *view* kawah gunung secara kasat mata. Dengan ukuran 800x400 *pixel* dan 3 perbedaan nilai deviasi standart (x/y) *bilateral filter*, dilakukan percobaan pada 3 citra dengan ketebalan kabut yang berbeda. Masing-masing citra dilakukan 20 kali percobaan dengan mengubah nilai deviasi standart (x/y) *bilateral filter* tiap percobaannya. Berikut ini macam-macam dari pembagian kabut.

4.1.1. Kabut Tipis

Citra kawah berkabut tipis diperoleh saat cuaca cerah pada pagi hingga siang hari. Sehingga pemandangan dasar kawah gunung terlihat dengan sangat jelas, walaupun masih terlihat sedikit kabut pada citra namun tidak terlalu mengganggu *view* ke dasar kawah gunung.



Gambar 4.1 Kabut tipis.

Gambar 4.1 merupakan salah satu contoh objek yang akan digunakan pada penelitian ini. Dari citra tersebut, dasar kawah dapat dilihat dengan cukup jelas.

4.1.2. Kabut Sedang

Citra dengan ketebalan kabut sedang dapat dijumpai pada saat siang menjelang sore ketika matahari mulai tenggelam ke arah barat dan kabut mulai sedikit demi sedikit turun ke kawah, sehingga kabut ini cukup menghalangi pandangan ke dasar kawah.



Gambar 4.2 Kabut Sedang.

Dari Gambar 4.2, dapat diamati bahwa tepian dasar kawah sudah terlihat samar samar bahkan hampir tidak terlihat. Punggung kawah pun terlihat samar dan tidak jelas seperti apa konturnya.

4.1.3. Kabut Tebal

Kabut tebal kawah gunung kelud diperoleh ketika cuaca sore menjelang malam hari. Keadaan kawah pada sore hari sangat mendung karena cuaca yang tidak menentu, bahkan sinar matahari pun tidak terlihat sehingga keseluruhan kawah gunung pun tertutup oleh kabut yang tebal.



Gambar 4.3 Kabut Tebal.

Gambar 4.3 merupakan contoh citra kabut tebal yang akan diuji coba. Kabut tebal telah menutupi keseluruhan citra, sehingga sangat mengganggu pemandangan dasar kawah. Citra diatas sudah sangat sulit untuk dibedakan yang mana dasar kawah dan punggung kawah karena tertutupi oleh kabut tebal.

4.2. Hasil Uji Coba dan Analisa

Pada Subbab ini membahas tentang uji coba yang telah dilakukan. Dengan menggunakan *Bilateral filter* pada *Dark channel prior* yang diterapkan pada citra berkabut untuk proses *Dehazing* agar mendapatkan citra yang lebih baik kualitasnya. Pada penelitian ini menggunakan parameter PSNR untuk mengetahui perbandingan kualitas citra asli dengan citra hasil dan tak lupa peneliti menampilkan histogram dari citra asli dan citra hasil, untuk mengetahui sejauh mana perbedaan persebaran *pixel* pada citra asli dan citra hasil. Berikut pembahasan uji coba tersebut.

4.2.1. Waktu Komputasi

Dalam percobaan waktu komputasi dilakukan sebanyak 20 kali percobaan dalam setiap citra. Percobaan 20 kali tersebut akan diambil rata-ratanya untuk dijadikan perbandingan antar nilai deviasi standart (x/y) *bilateral filter*. Maka di dapat hasil percobaan sebagai berikut:

a. *Patch size* 10x10

Percobaan ini menggunakan *patch size* ukuran 10x10 dengan tiga perbedaan nilai deviasi *bilateral filter*. Berikut ini

dilakukan sebanyak 20 kali percobaan dengan hasil percobaan dalam satuan detik.:

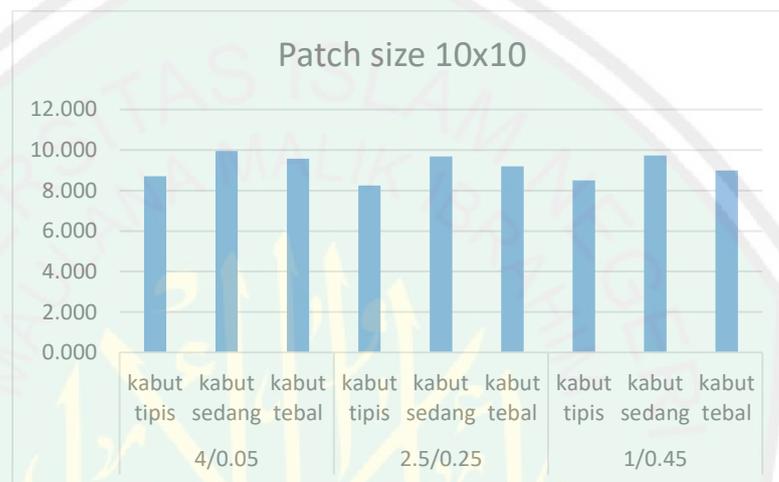
Tabel 4.1 Komputasi waktu *patch size* 10x10.

Percobaan	4/0.05			2.5/0.25			1/0.45		
	Kabut Tipis	Kabut Sedang	Kabut Tebal	Kabut Tipis	Kabut Sedang	Kabut Tebal	Kabut Tipis	Kabut Sedang	Kabut Tebal
1	9.436	12.587	11.986	8.206	8.658	8.942	8.705	9.151	9.156
2	9.053	10.357	9.926	8.430	8.677	10.086	8.143	9.537	8.621
3	9.355	11.270	9.328	8.659	13.003	9.460	8.158	8.702	9.143
4	9.472	9.526	9.800	8.130	9.420	8.629	8.242	9.617	8.899
5	8.822	11.258	9.452	8.121	9.962	8.683	8.698	9.463	8.931
6	8.470	11.212	9.824	8.222	9.244	8.913	8.155	9.281	8.942
7	8.457	9.423	9.742	8.124	9.359	8.657	8.664	8.674	9.019
8	8.741	9.158	9.694	8.415	9.220	9.421	8.139	8.990	9.124
9	8.610	9.146	10.489	8.368	9.604	8.756	8.812	8.706	8.931
10	8.606	9.270	9.629	8.166	9.323	8.757	8.848	8.874	8.935
11	8.751	9.274	9.577	8.333	10.583	8.627	8.637	9.225	8.858
12	8.893	9.274	11.032	8.170	10.874	8.647	8.433	8.715	8.922
13	8.622	9.697	9.837	8.177	11.556	8.693	9.182	12.032	8.978
14	8.501	9.036	8.723	8.441	9.221	8.776	8.351	10.468	9.083
15	8.324	10.488	8.791	8.179	9.080	9.737	8.369	10.516	8.929
16	8.266	9.354	8.730	8.188	9.726	9.003	8.530	10.345	9.073
17	8.309	9.730	8.752	8.107	9.341	9.420	8.399	13.228	8.873
18	8.435	9.335	8.778	8.184	8.724	10.111	8.387	10.031	9.634
19	8.307	10.221	8.708	8.096	9.000	11.801	8.270	10.016	8.950
20	8.569	9.328	8.733	8.149	8.942	8.675	8.924	9.156	8.895
Rata Rata	8.700	9.947	9.576	8.243	9.676	9.190	8.502	9.736	8.995

Tabel 4.1 Menunjukkan hasil percobaan sebanyak 20 kali pada citra berkabut tipis, sedang, dan tebal dengan deviasi *bilateral filter* yang berbeda. Maka diperoleh hasil komputasi waktu pada citra berkabut tipis dengan rata-rata 8,700 detik, citra berkabut sedang memperoleh hasil waktu yang sedikit lebih lama dari citra berkabut tipis yaitu 9,947 detik, sedangkan citra berkabut tebal memperoleh hasil yang lebih lama dari citra

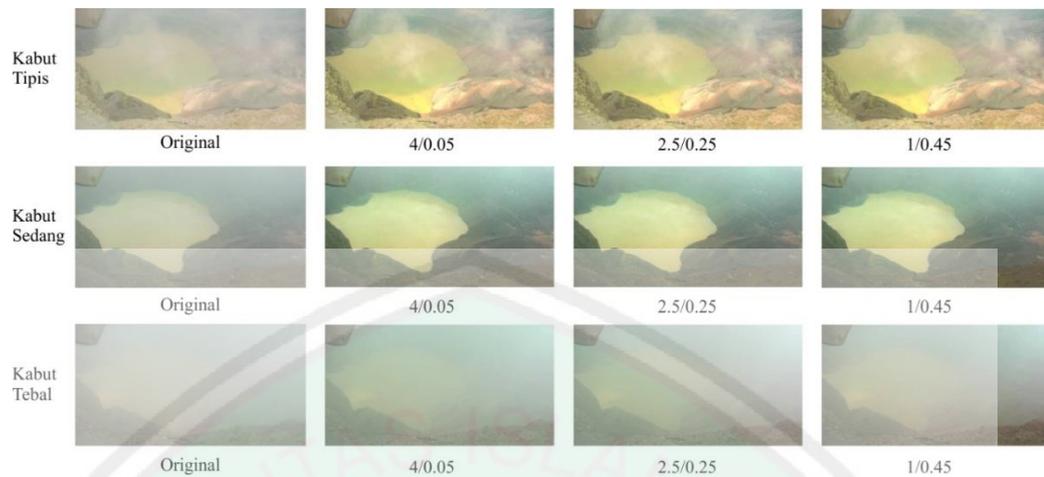
berkabut tipis dan lebih cepat dari citra berkabut sedang yakni 9,576.

Untuk memudahkan dalam mengamati perbedaan waktu komputasi, hasil perhitungan tabel diatas disajikan dalam bentuk grafik seperti dibawah ini:



Gambar 4.4 Grafik rata-rata komputasi waktu untuk *patch size* 10x10.

Dari Gambar 4.4 dapat disimpulkan bahwa waktu komputasi paling lama dipegang oleh citra berkabut sedang kemudian citra berkabut tebal lalu disusul oleh citra berkabut tipis. Citra berkabut sedang memiliki waktu komputasi paling lama dikarenakan dalam citra tersebut mempunyai komposisi warna yang lebih banyak dari citra berkabut tebal, karena citra berkabut tebal lebih dominan elemen kabutnya daripada citra berkabut sedang. Sehingga program lebih cepat melakukan proses pada citra berkabut tebal.



Gambar 4.5 Citra keluaran *patch size* 10x10.

Gambar 4.5 merupakan hasil dari proses *dehazing* menggunakan *bilateral filter* pada *dark channel prior*. Secara kasat mata memang tidak terlalu kentara perbedaannya, namun setelah dihitung dengan menggunakan PSNR akan terlihat dengan jelas perbedaan nilainya.

b. *Patch size* 25x25

Percobaan kedua menggunakan *patch size* sebesar 25x25 yang akan diujikan pada ketiga kriteria kabut yaitu kabut tipis, kabut sedang, dan kabut tebal dengan deviasi *bilateral filter* 4/0.05, 2.5/0.25, dan 1/0.045. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.2 dibawah ini:

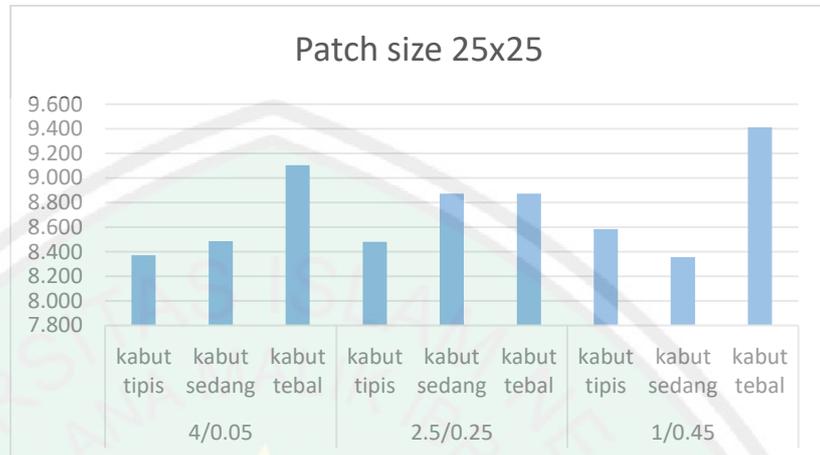
Tabel 4.2 Komputasi Waktu *patch size* 25x25.

<i>Patch Size</i> 25									
Percobaan	4/0.05			2.5/0.25			1/0.45		
	Kabut Tipis	Kabut Sedang	Kabut Tebal	Kabut Tipis	Kabut Sedang	Kabut Tebal	Kabut Tipis	Kabut Sedang	Kabut Tebal
1	8.273	9.219	10.078	8.793	9.141	9.141	8.824	8.669	9.108
2	8.292	8.718	8.806	8.587	9.074	9.074	8.907	8.096	9.635

3	8.315	8.349	8.802	8.404	8.969	8.969	9.315	8.273	9.794
4	8.206	8.836	8.849	8.222	8.977	8.977	9.010	8.284	10.378
5	8.200	8.459	9.213	8.205	8.730	8.730	9.003	8.363	11.062
6	8.310	8.556	9.141	8.648	8.551	8.551	8.469	8.368	9.341
7	8.212	8.381	9.133	8.493	8.559	8.559	8.631	8.232	11.173
8	8.356	8.274	9.241	8.500	8.482	8.482	8.454	8.312	9.167
9	8.441	9.200	8.794	8.235	8.639	8.639	8.424	8.464	9.396
10	8.222	8.371	8.753	8.823	8.580	8.580	8.301	8.093	9.249
11	9.529	8.287	8.739	8.222	8.574	8.574	8.311	8.186	9.528
12	8.347	8.346	8.874	8.233	8.466	8.466	8.785	8.487	8.640
13	8.236	8.309	8.629	8.811	9.053	9.053	8.253	8.548	9.076
14	8.367	8.100	8.738	8.435	8.902	8.902	8.297	8.252	9.085
15	8.224	8.445	8.718	8.298	9.147	9.147	8.352	8.295	8.951
16	8.418	8.596	11.148	9.084	9.186	9.186	8.338	8.531	8.950
17	8.414	8.383	9.462	8.262	9.667	9.667	8.410	8.964	8.935
18	8.406	8.238	8.993	8.374	8.824	8.824	8.672	8.268	8.871
19	8.373	8.280	9.037	8.525	8.980	8.980	8.433	8.228	9.025
20	8.314	8.360	8.957	8.486	8.957	8.957	8.530	8.209	8.881
Rata Rata	8.373	8.485	9.105	8.482	8.873	8.873	8.586	8.356	9.412

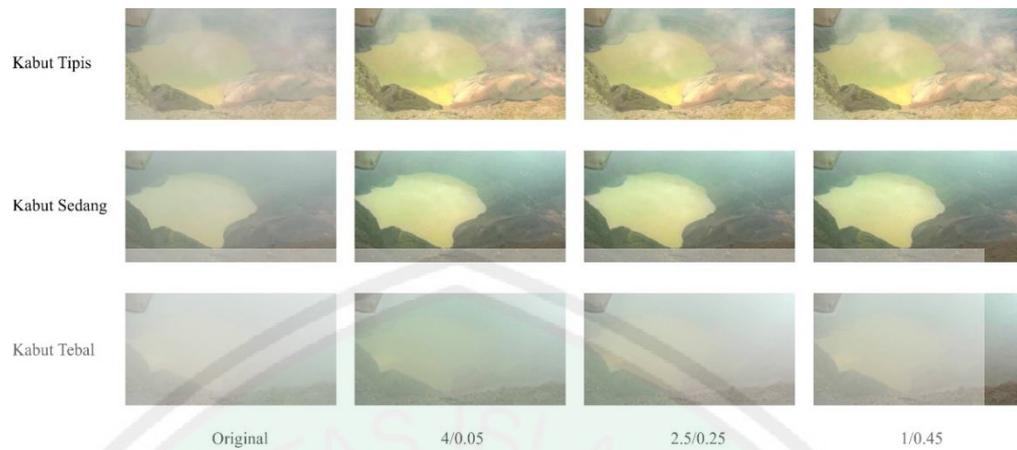
Pada Tabel percobaan 4.2 telah dilakukan percobaan sebanyak 20 kali pada berbagai intensitas ketebalan kabut. Maka diperoleh hasil komputasi waktu dari kabut tipis sebesar 8,373 untuk deviasi 4/0.05. Sedangkan pada deviasi 2.5/0.25, kabut tipis memperoleh nilai 8,482 dan pada deviasi 1/0.45 memperoleh nilai 8,586. Untuk hasil dari kabut sedang adalah sebesar 8,485 dengan deviasi 4/0.05, pada deviasi 2.5/0.25 kabut sedang memperoleh hasil sebesar 8,873 dan pada deviasi 1/0.45 memperoleh hasil sebesar 8,356. Kemudian hasil percobaan pada kabut tebal diperoleh hasil sebesar 9,105 dengan deviasi 4/0.05 dan pada deviasi 2.5/0.25 diperoleh hasil sebesar 8,873, sedangkan hasil sebesar 9,412 diperoleh pada

deviasi 1/0.45. Hasil dari percobaan diatas dapat dilihat pada grafik dibawah ini:



Gambar 4.6 Grafik komputasi waktu untuk *patch size* 25x25.

Dari Gambar 4.6 dapat dilihat bahwa dalam dua kali percobaan kabut tipis dapat menyelesaikan proses lebih cepat dibanding dengan kabut sedang dan kabut tebal, akan tetapi pada percobaan terakhir kabut sedang lah yang dapat menyelesaikan proses lebih cepat disbanding dengan kriteria kabut yang lain. Sementara itu, kabut tebal memperoleh catatan waktu komputasi paling lama pada *patch size* 25x25 ini.



Gambar 4.7 Citra keluaran *patch size* 25x25.

Gambar 4.7 merupakan hasil dari proses *dehazing* dengan menggunakan *patch size* sebesar 25x25. Dari gambar di atas dapat dilihat perbedaan yang signifikan dari sebelum proses *dehazing* dilakukan dan setelah proses. Tepian kawah Gunung Kelud dapat dilihat dengan lebih jelas secara kasat mata.

c. *Patch size* 40x40

Percobaan yang ketiga menggunakan *patch size* sebesar 40x40 dan akan diujikan pada ketiga kriteria kabut yaitu kabut tipis, kabut sedang, dan kabut tebal dengan deviasi *bilateral filter* 4/0.05, 2.5/0.25, dan 1/0.045. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.3 dibawah ini:

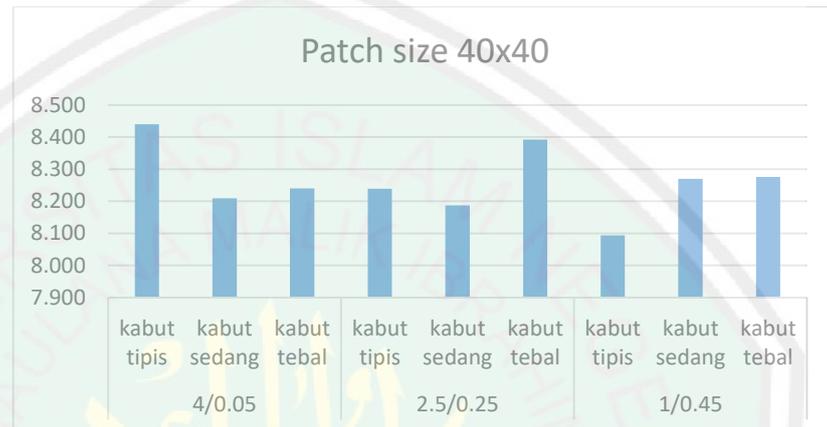
Tabel 4.3 Komputasi waktu *patch size* 40x40.

<i>Patch Size</i> 40									
Percobaan	4/0.05			2.5/0.25			1/0.45		
	Kabut Tipis	Kabut Sedang	Kabut Tebal	Kabut Tipis	Kabut Sedang	Kabut Tebal	Kabut Tipis	Kabut Sedang	Kabut Tebal
1	10.405	8.137	8.589	8.716	8.510	8.547	8.658	8.095	8.352
2	8.730	8.250	8.158	8.087	7.955	8.126	8.006	8.399	8.020
3	8.499	8.272	8.305	8.618	8.136	8.119	8.171	8.672	8.083

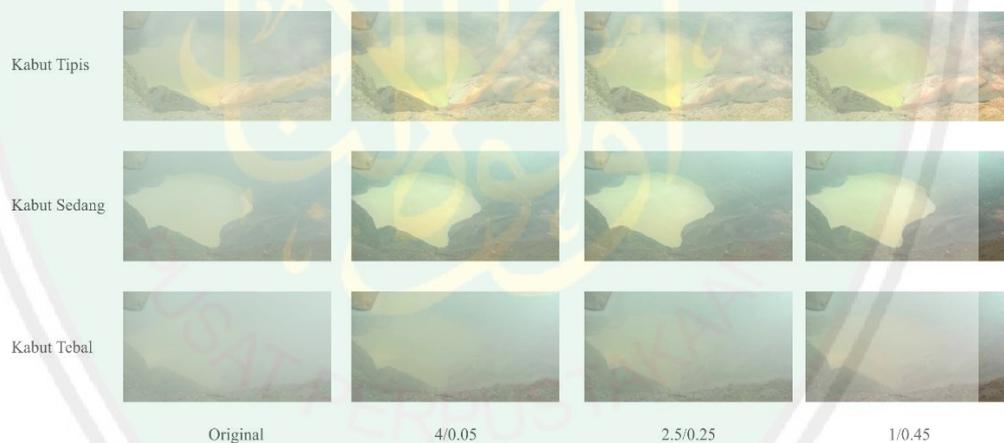
4	8.425	8.138	8.209	8.195	8.079	8.158	7.990	8.269	8.746
5	8.473	8.217	8.200	8.112	8.101	8.159	8.007	8.444	8.093
6	8.174	8.033	8.170	8.229	8.112	8.156	8.164	8.186	8.312
7	8.357	8.237	8.259	8.234	7.998	8.026	8.064	8.229	8.232
8	8.231	8.281	8.214	8.366	8.234	8.213	8.025	8.325	8.146
9	8.253	8.219	8.208	8.615	8.073	8.126	7.978	8.130	8.271
10	8.223	8.216	8.196	8.074	8.486	8.229	8.552	8.198	8.678
11	8.277	8.175	8.274	8.097	8.131	8.187	8.003	8.304	8.171
12	8.697	8.144	8.155	8.123	8.250	8.281	8.038	8.415	8.345
13	8.291	8.241	8.159	8.183	8.267	9.103	8.080	8.296	8.212
14	8.240	8.209	8.191	8.225	8.193	10.543	8.005	8.244	8.266
15	8.151	8.105	8.411	8.471	8.312	8.427	8.110	8.293	8.184
16	8.376	8.091	8.241	8.187	8.248	8.403	8.026	8.020	8.224
17	8.283	8.147	8.238	8.263	8.187	8.320	8.039	8.177	8.374
18	8.182	8.193	8.240	8.004	8.164	8.162	7.971	8.134	8.425
19	8.310	8.652	8.209	8.002	8.155	8.216	8.015	8.309	7.989
20	8.236	8.240	8.172	7.988	8.154	8.354	7.972	8.253	8.395
Rata Rata	8.441	8.210	8.240	8.239	8.187	8.393	8.094	8.270	8.276

Dari Tabel 4.3 dapat diketahui hasil komputasi waktu dari percobaan yang telah dilakukan pada citra berkabut tipis, sedang, dan tebal. Dapat dilihat pada citra berkabut tipis dengan deviasi 4/0.05 pada awalnya mencapai angka 10,405, ini dikarenakan pada saat menjalankan proses *dehazing* komputer yang digunakan sedang menjalankan program lain, sehingga membuat waktu komputasi menjadi lebih lama. Jika dilihat dari rata-ratanya, komputasi waktu pada citra berkabut sedang cenderung lebih stabil pada kisaran angka 8,2 detik. Sedangkan untuk citra berkabut tipis komputasi waktunya menjadi lebih singkat ketika deviasinya dirubah ke 1/0.45, citra berkabut tipis yang sempat menyentuh angka 8,441 kemudian turun ke angka 8,239 lalu turun kembali pada angka 8,094 pada deviasi 1/0.45.

Pada citra berkabut tebal, catatan komputasi waktunya terus meningkat dari angka 8,240 menuju angka 8,393 dan terakhir turun menjadi 8,276. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.8:



Gambar 4.8 Grafik komputasi waktu untuk *patch size* 40x40.



Gambar 4.9 Citra keluaran *patch size* 40x40.

Gambar 4.9 merupakan hasil dari proses *dehazing* pada citra berkabut. Dengan menerapkan *patch size* sebesar 40x40, hasil dari perhitungan PSNR akan lebih baik dari *patch size* 25x25. Semakin besar *patch size* yang diterapkan maka hasil dari PSNRnya akan semakin baik.

d. *Patch size 55x55*

Percobaan yang keempat ini menggunakan *patch size* ukuran 55x55 dengan tiga perbedaan nilai deviasi *bilateral filter*. Berikut ini dilakukan sebanyak 20 kali percobaan dengan hasil percobaan dalam satuan detik.:

Tabel 4.4 komputasi waktu *patch size 55x55*.

Percobaan	Patch Size 55								
	4/0.05			2.5/0.25			1/0.45		
	Kabut Tipis	Kabut Sedang	Kabut Tebal	Kabut Tipis	Kabut Sedang	Kabut Tebal	Kabut Tipis	Kabut Sedang	Kabut Tebal
1	10.080	8.871	8.518	8.826	9.365	8.860	8.848	9.995	8.587
2	8.972	8.624	9.199	8.622	9.492	11.085	9.623	8.824	9.280
3	8.880	9.544	8.614	9.082	10.055	9.773	10.011	8.979	9.741
4	8.670	8.368	8.601	9.286	8.989	9.131	8.581	8.762	8.928
5	8.789	8.590	8.606	8.758	8.951	8.615	8.607	8.761	8.958
6	8.750	8.476	8.616	9.228	9.224	8.405	9.988	8.741	9.119
7	8.720	9.156	8.502	9.779	9.163	8.443	10.523	8.670	8.848
8	8.736	8.949	8.631	9.779	9.647	8.457	10.511	9.140	8.943
9	8.893	8.969	8.590	10.147	9.284	8.404	10.440	9.011	8.943
10	8.603	8.628	8.577	10.116	8.786	8.382	10.581	8.837	8.591
11	8.650	8.447	8.555	9.401	9.485	8.450	12.688	8.912	8.612
12	8.542	8.673	8.578	9.029	8.744	8.818	11.266	9.271	8.729
13	8.594	8.443	8.579	9.105	9.574	8.512	10.476	8.674	9.056
14	8.499	8.552	8.770	8.680	9.337	8.339	13.092	8.739	9.631
15	8.701	8.658	8.509	8.655	9.815	8.424	13.096	9.985	9.535
16	8.364	8.609	8.613	8.642	9.613	8.953	10.851	9.537	10.554
17	8.457	8.596	8.532	9.000	8.967	8.375	10.319	9.026	9.025
18	8.458	8.546	8.583	9.176	9.094	8.358	12.974	9.164	9.016
19	8.462	8.504	8.331	8.614	9.435	8.323	11.290	8.956	8.788
20	8.501	8.518	8.535	8.774	9.029	8.950	12.206	8.896	8.641
Rata Rata	8.716	8.686	8.602	9.135	9.302	8.753	10.798	9.044	9.076

Pada Tabel 4.4 telah dilakukan percobaan sebanyak 20 kali pada berbagai intensitas ketebalan kabut. Maka diperoleh hasil komputasi waktu dari kabut tipis sebesar 8,716 untuk

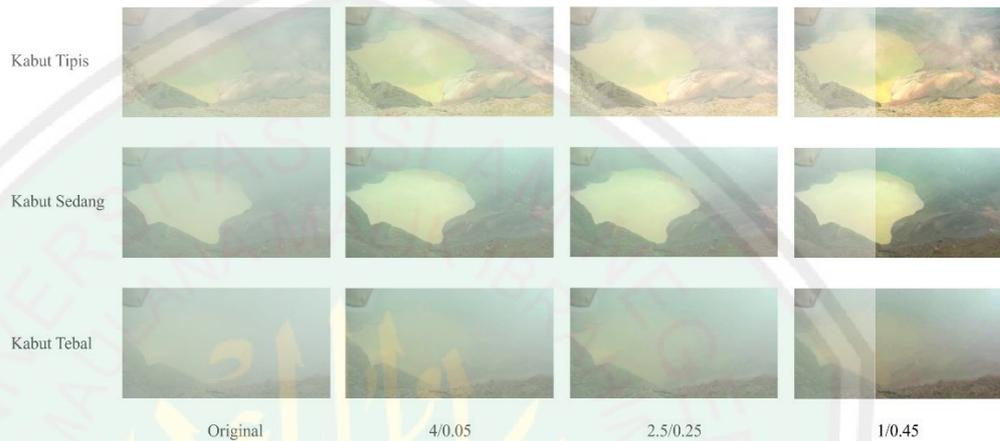
deviasi 4/0.05. Sedangkan pada deviasi 2.5/0.25, kabut tipis memperoleh nilai 9,135 dan pada deviasi 1/0.45 memperoleh nilai 10,798. Untuk hasil dari kabut sedang adalah sebesar 8.686 dengan deviasi 4/0.05, pada deviasi 2.5/0.25 kabut sedang memperoleh hasil sebesar 9,302 dan pada deviasi 1/0.45 memperoleh hasil sebesar 9,044. Kemudian hasil percobaan pada kabut tebal diperoleh hasil sebesar 8,602 dengan deviasi 4/0.05 dan pada deviasi 2.5/0.25 diperoleh hasil sebesar 8,753, sedangkan hasil sebesar 9,076 diperoleh pada deviasi 1/0.45. Hasil dari percobaan diatas dapat dilihat pada grafik dibawah ini:



Gambar 4.10 Grafik komputasi waktu untuk *patch size 55x55*.

Gambar 4.10 menjelaskan bahwa komputasi waktu pada *patch size 55x55* dapat dikatakan stabil diantara angka 8 dengan angka 10, hanya pada saat memproses kabut tipis dengan deviasi 1/0.45 saja yang melebihi angka 10 tepatnya pada angka 1.798.

Pada proses komputasi di atas, kabut tebal dengan deviasi 4/0.05 menunjukkan proses tercepat dibandingkan proses yang lain yaitu sebesar 8,602 detik. Untuk hasil citra dari proses diatas dapat dilihat pada gambar 4.11 di bawah ini:



Gambar 4.11 Citra keluaran *patch size* 55x55.

e. *Patch size* 70x70

Percobaan terakhir menggunakan *patch size* sebesar 70x70 dan akan diujikan pada ketiga kriteria kabut yaitu kabut tipis, kabut sedang, dan kabut tebal dengan deviasi *bilateral filter* 4/0.05, 2.5/0.25, dan 1/0.045. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel 4.5 dibawah ini:

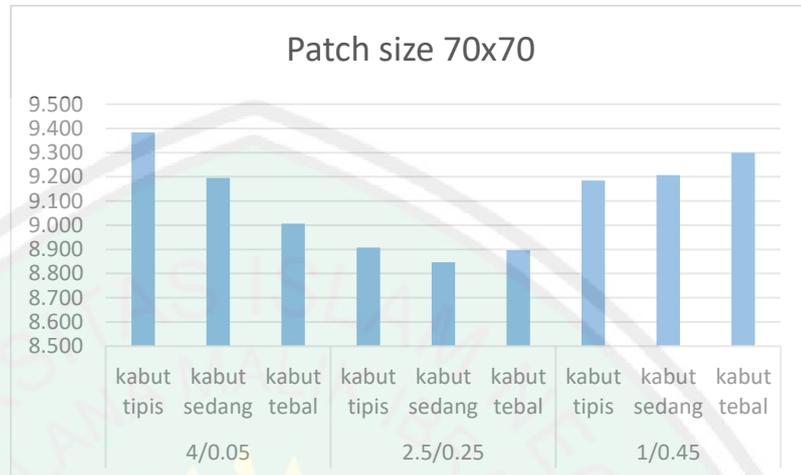
Tabel 4.5 Komputasi waktu *patch size* 70x70.

Patch Size 70									
Percobaan	4/0.05			2.5/0.25			1/0.45		
	Kabut Tipis	Kabut Sedang	Kabut Tebal	Kabut Tipis	Kabut Sedang	Kabut Tebal	Kabut Tipis	Kabut Sedang	Kabut Tebal
1	10.346	8.912	8.925	8.705	8.577	8.761	9.145	8.839	8.951
2	10.018	9.075	8.865	8.642	8.620	8.759	8.692	8.888	9.162
3	9.560	9.258	9.095	9.403	8.994	8.937	9.006	9.411	9.587
4	9.495	9.101	9.025	8.855	8.795	8.840	9.424	9.321	9.200
5	9.546	9.164	9.100	8.938	8.880	8.766	9.304	9.131	9.348

6	9.092	9.187	9.417	8.983	8.900	8.848	8.997	9.179	9.371
7	9.128	9.165	8.904	8.833	9.022	8.832	9.421	9.044	9.614
8	9.770	9.371	9.502	8.752	8.976	8.892	9.088	9.045	9.360
9	9.175	9.200	8.968	8.773	8.809	9.090	9.118	9.069	9.181
10	9.083	9.233	8.929	8.879	8.882	8.934	8.994	9.177	9.165
11	9.135	9.559	9.369	8.795	9.040	8.856	9.292	9.277	9.176
12	9.213	9.057	8.900	8.781	8.885	9.114	9.162	9.469	9.301
13	9.484	9.166	8.892	9.330	8.794	8.847	9.244	9.288	9.216
14	9.291	9.307	9.001	8.700	8.960	8.889	9.131	9.189	9.355
15	9.126	9.281	8.853	8.904	8.903	8.944	9.608	9.214	9.230
16	9.552	9.288	8.901	8.865	8.783	8.967	9.090	9.217	9.098
17	9.234	8.949	8.896	8.870	8.731	8.892	9.157	9.295	9.115
18	9.004	9.274	8.821	9.320	8.835	8.938	9.157	9.370	10.106
19	9.195	9.218	8.931	9.031	8.808	8.862	9.347	9.054	9.231
20	9.238	9.143	8.827	8.798	8.742	8.973	9.315	9.672	9.221
Rata Rata	9.384	9.195	9.006	8.908	8.847	8.897	9.185	9.207	9.299

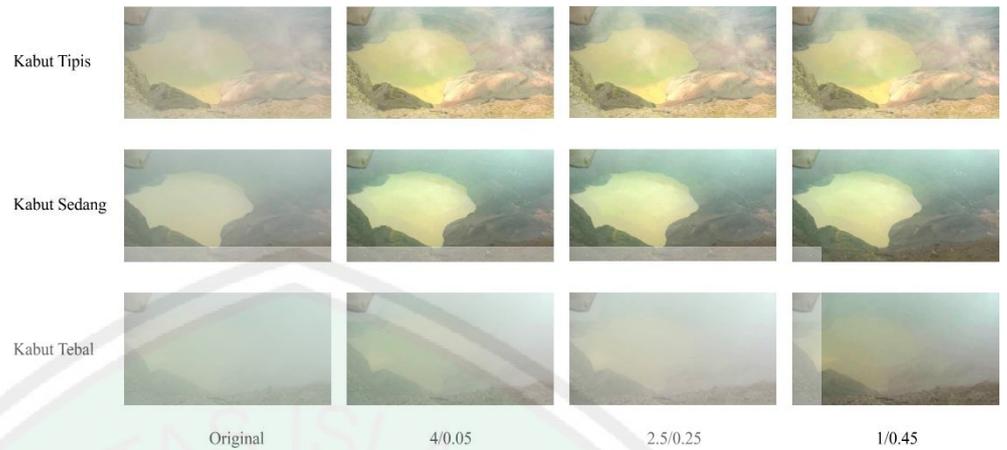
Tabel 4.5 menunjukkan hasil komputasi waktu untuk percobaan yang terakhir pada deviasi 4/0.05, waktu proses terlama dipegang oleh citra berkabut tipis yang menunjukkan angka 9,384 kemudian disusul oleh citra berkabut sedang dengan nilai 9,195 dan yang memiliki catatan waktu paling singkat adalah citra berkabut tebal yakni 9,006. Selanjutnya, untuk deviasi 2.5/0.25 citra berkabut sedang memiliki catatan waktu paling singkat dengan nilai 8,847. Kemudian disusul dengan citra berkabut tipis yang mempunyai catatan waktu sebesar 8,908 dan terakhir citra berkabut tebal dengan catatan waktu 8,897. Lalu untuk deviasi 1/0.45 kabut tipis memiliki catatan waktu yang paling singkat, 9,185. Kemudian diikuti dengan catatan waktu citra berkabut sedang dengan nilai 9,207. Dan yang terakhir adalah citra berkabut tebal dengan catatan

waktu komputasi sebesar 9,299. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.12:



Gambar 4.12 Grafik komputasi waktu untuk *patch size* 70x70.

Dari Gambar 4.12 dapat disimpulkan bahwa pada *patch size* 70x70, deviasi tercepat yang digunakan untuk proses *dehazing* menggunakan 2.5/0.25 dengan catatan waktu rata-rata 8,9 detik. Pada deviasi 4/0.05 hasil komputasinya terus menurun seiring dengan semakin tebalnya kabut, jadi semakin tebal kabut, semakin cepat prosesnya. Berbeda dengan deviasi 1/0.45, dengan semakin tebalnya kabut catatan waktu komputasinya meningkat. Artinya, semakin tebal kabut semakin lama pula prosesnya. Hasil dari percobaan *patch size* 70x70 dapat dilihat pada Gambar 4.13:



Gambar 4.13 Citra keluaran *patch size* 70x70.

f. Perbandingan waktu komputasi antar *patch size*

Bagaian terakhir dari perhitungan waktu komputasi adalah membandingkan waktu komputasi antar *patch size* untuk mengetahui *patch size* mana yang paling cepat waktu komputasinya. Peneliti mengambil satu sampel dari masing-masing kriteria kabut, dengan menggunakan deviasi 4/0.05. Berikut ini perbandingan antar *patch size* untuk citra berkabut tipis, sedang, dan tebal:



Gambar 4.14 Perbandingan komputasi waktu antar *patch size* pada citra kabut tipis.

Gambar 4.14 diatas menjelaskan tentang perbandingan komputasi waktu pada citra berkabut tipis, terlihat *patch size* 25 mempunyai catatan waktu tercepat dari *patch size* lainnya dengan catatan waktu 8,373 detik. Disusul dengan *patch size* 40 dengan catatan waktu 8,447 detik, urutan ketiga ditempati oleh *patch size* 10 dengan catatan waktu 8,699 detik, kemudian disusul oleh *patch size* 55 dengan catatan waktu 8,715 detik, yang terakhir adalah *patch size* 70 dengan catatan waktu 9,384 detik.



Gambar 4.15 Perbandingan komputasi waktu antar *patch size* pada citra kabut sedang.

Gambar 4.15 menjelaskan tentang perbandingan komputasi waktu pada citra berkabut sedang, terlihat *patch size* 40 mempunyai catatan waktu tercepat dari *patch size* lainnya dengan catatan waktu 8,209 detik. Disusul dengan *patch size* 25 dengan catatan waktu 8,485 detik, urutan ketiga ditempati oleh *patch size* 55 dengan catatan waktu 8,686 detik, kemudian

disusul oleh *patch size* 70 dengan catatan waktu 9,195 detik, yang terakhir adalah *patch size* 10 dengan catatan waktu 9,947 detik.



Gambar 4.16 Perbandingan komputasi waktu antar *patch size* pada citra kabut tebal.

Gambar 4.16 menjelaskan tentang perbandingan komputasi waktu pada citra berkabut tebal, terlihat *patch size* 40 mempunyai catatan waktu tercepat dari *patch size* lainnya dengan catatan waktu 8,239 detik. Disusul dengan *patch size* 55 dengan catatan waktu 8,609 detik, urutan ketiga ditempati oleh *patch size* 70 dengan catatan waktu 9,006 detik, kemudian disusul oleh *patch size* 25 dengan catatan waktu 9,105 detik, yang terakhir adalah *patch size* 10 dengan catatan waktu 9,576 detik.

4.2.2. Airlight estimation

Proses airlight estimation berguna untuk menentukan dimana posisi sumber cahaya paling kuat berasal. Berikut ini adalah hasil

dari proses *airlight estimation* untuk citra berkabut tipis, sedang, dan tebal:



Gambar 4.17 *Airlight estimation* untuk citra berkabut tipis.



Gambar 4.18 *Airlight estimation* untuk citra berkabut sedang.



Gambar 4.19 *Airlight estimation* untuk citra berkabut tebal.

Gambar 4.17 menunjukkan sumber cahaya berasal dari pantulan cahaya matahari yang mengenai bebatuan di sebelah kiri bagian kawah yang tertangkap kamera. Sedangkan untuk citra berkabut sedang dan tebal ditunjukkan oleh gambar 4.18 dan 4.19 yang sumber cahayanya berasal dari pantulan cahaya matahari yang dipantulkan dan mengenai bebatuan di dekat kamera, karena cahaya matahari terhalang oleh kabut sehingga bagian yang paling jelas ditangkap oleh kamera adalah objek yang paling dekat dengan kamera.

4.2.3. *Dark Channel Prior*

Proses *dark channel prior* merupakan proses yang mengubah *channel* warna RGB menjadi *channel* warna yang mempunyai intensitas rendah atau disebut juga sebagai *pixel* gelap. Berikut ini adalah hasil percobaan dari *dark channel prior* untuk citra berkabut tipis, sedang, dan tebal:



Gambar 4.20 Hasil *dark channel prior* untuk citra kabut tipis.



Gambar 4.21 Hasil *dark channel prior* untuk citra kabut sedang.



Gambar 4.22 Hasil *dark channel prior* untuk citra kabut tebal.

4.2.4. *Transmission map*

Subbab ini menjelaskan tentang hasil dari proses *transmission map* yang telah ditambahi oleh berbagai macam *patch size*. Berikut ini adalah hasil percobaan dari proses *transmission map* untuk citra berkabut tipis:



Gambar 4.23 Hasil *transmission map* untuk citra berkabut tipis.

Berikut ini adalah hasil percobaan dari proses *transmission map* untuk citra berkabut sedang:



Gambar 4.24 Hasil *transmission map* untuk citra berkabut sedang.

Berikut ini adalah hasil percobaan dari proses *transmission map* untuk citra berkabut tebal:



Gambar 4.25 Hasil *transmission map* untuk citra berkabut tebal.

Dari gambar 4.23, 4.24, dan 4.25 dapat diambil kesimpulan bahwa semakin besar ukuran *patch size* maka semakin besar pula blok-blok *patch* yang dibuat oleh program untuk proses *dark channel prior*.

4.2.5. *Bilateral filter*

Setelah melakukan proses *transmission map* maka proses selanjutnya adalah *bilateral filter*. Berikut ini adalah hasil dari proses *bilateral filter* menurut perbedaan angka deviasi:



Gambar 4.26 Hasil proses *bilateral filter* untuk Deviasi 4/0.05.



Gambar 4.27 Hasil proses *bilateral filter* untuk Deviasi 2.5/0.25.



Gambar 4.28 Hasil proses *bilateral filter* untuk Deviasi 1/0.45.

Bilateral filter sangat berpengaruh pada hasil dari proses *dehazing*, baik itu dari kualitas citra maupun nilai PSNR yang dihasilkan. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel perbandingan dibawah ini:

Tabel 4.6 Hasil PSNR dengan *bilateral filter*.

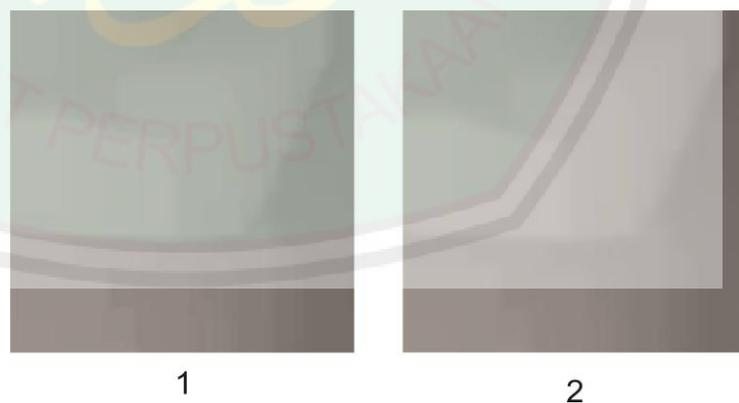
<i>Bilateral filter</i>			
DPI	Kabut tipis	Kabut sedang	Kabut tebal
36	34.723	28.852	26.045
72	32.191	27.269	24.923
144	30.608	26.442	24.656

Tabel 4.7 Hasil PSNR tanpa *bilateral filter*.

Tanpa Bilateral filter			
DPI	Kabut tipis	Kabut sedang	Kabut tebal
36	24.728	25.570	24.284
72	24.233	25.301	24.320
144	24.284	25.498	24.320

Dari hasil percobaan yang ditunjukkan oleh tabel 4.6 dan 4.7 dapat disimpulkan bahwa penggunaan *bilateral filter* sangat berpengaruh terhadap nilai PSNR. Citra berkabut tipis dengan DPI 36 menggunakan *bilateral filter* menghasilkan nilai PSNR 34.723 sedangkan citra yang tidak menggunakan *bilateral filter* nilai PSNRnya adalah 24.728, selisih 10 point.

Untuk perbandingan hasil dari citra keluaran dengan menggunakan *bilateral filter* dan tanpa menggunakan *bilateral filter* dapat dilihat pada gambar 4.29 dan 4.30 berikut ini:



Gambar 4.29 Hasil Transmission map dengan *bilateral filter* (1) tanpa *bilateral filter* (2).



Gambar 4.30 Hasil citra tanpa *bilateral filter* (1) dengan *bilateral filter* (2).

Gambar 4.29 menunjukkan perbandingan hasil *transmission map* yang menggunakan *bilateral filter* dan yang tidak menggunakan *bilateral filter*. Gambar pertama menunjukkan citra yang diproses dengan *bilateral filter* mempunyai tepian yang baik dan jelas, sedangkan gambar kedua menunjukkan hasil citra tanpa proses *bilateral filter* mempunyai tepian tidak jelas dan cenderung *blur*.

Gambar 4.30 menunjukkan perbedaan hasil citra keluaran yang menggunakan *bilateral filter* dengan yang tidak menggunakan *bilateral filter*. Gambar pertama tepian dari kawah tidak terlalu jelas dan memiliki *contrast* yang buruk, sedangkan gambar kedua memiliki tepian yang jelas dan *contrast* yang baik.

4.2.6. PSNR (*Peak Signal to Noise Ratio*)

Dalam percobaan ini menggunakan 10 citra untuk masing-masing kriteria kabut untuk mengetahui seberapa efektif metode yang digunakan. Berikut ini hasil PSNR dari percobaan ini:

Tabel 4.8 Hasil PSNR dengan 10 citra.

Citra	Kabut Tipis				Kabut Sedang				Kabut Tebal			
	R	G	B	Rata-Rata	R	G	B	Rata-Rata	R	G	B	Rata-Rata
1	26.244	26.147	24.238	25.543	26.104	27.201	25.497	26.267	24.554	25.494	24.720	24.923
2	29.645	28.413	24.505	27.521	26.728	27.627	25.269	26.542	26.459	26.573	24.993	26.008
3	27.776	26.823	24.268	26.289	28.184	27.664	24.567	26.805	26.385	28.168	27.157	27.237
4	26.822	26.158	24.320	25.767	26.093	27.001	24.834	25.976	25.800	28.018	27.419	27.079
5	26.487	26.487	24.389	25.788	25.869	26.766	24.596	25.744	24.878	26.140	25.396	25.472
6	26.503	26.292	24.231	25.675	25.991	27.138	25.371	26.167	24.679	25.684	24.773	25.045
7	26.703	26.362	24.196	25.754	27.262	25.197	26.237	26.232	26.143	28.297	26.864	27.101
8	26.901	26.724	24.618	26.081	25.837	26.812	25.049	25.899	25.277	27.547	26.499	26.441
9	26.197	26.212	24.255	25.555	24.932	26.121	24.751	25.268	28.211	28.838	26.608	27.886
10	25.802	25.658	24.156	25.205	24.820	25.552	24.626	24.999	27.303	28.471	26.356	27.377
	Rata-rata			25.918	Rata-rata			25.990	Rata-rata			26.457

Setelah melakukan percobaan diatas, maka selanjutnya adalah dengan melakukan pengujian dengan menggunakan perubahan *patch size*. Berikut ini kami tampilkan hasil dari perhitungan PSNR dengan lima *patch size* yang berbeda, yakni *patch size* 10x10, 25x25, 40x40, 55x55, dan 70x70.

a. *Patch size* 10x10

Pada percobaan ini dilakukan sebanyak 20 kali percobaan yang dilakukan pada citra berkabut tipis, sedang, dan tebal dengan menggunakan *patch size* sebesar 10x10.

Berikut ini adalah hasil PSNRnya:

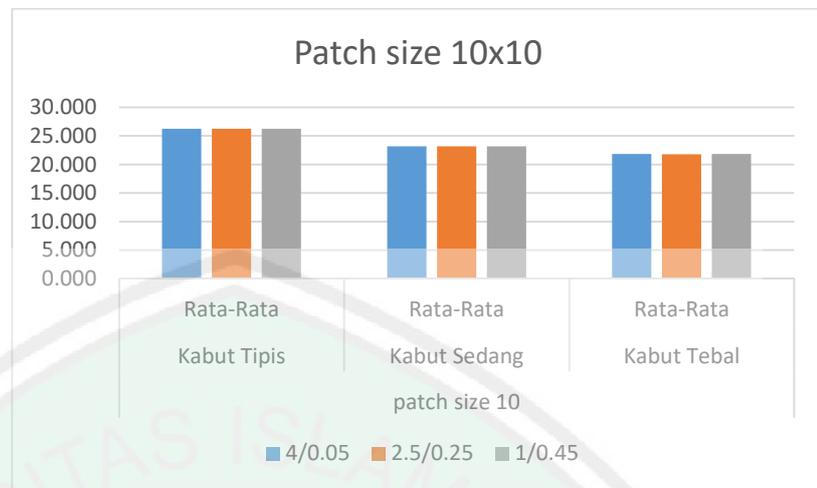
Tabel 4.9 Hasil perhitungan PSNR *patch size* 10x10.

Deviasi	<i>Patch Size 10</i>											
	Kabut Tipis				Kabut Sedang				Kabut Tebal			
	R	G	B	Rata-Rata	R	G	B	Rata-Rata	R	G	B	Rata-Rata
4/0.05	28.307	28.232	22.253	26.264	22.942	24.238	22.386	23.189	21.555	22.121	21.767	21.815
2.5/0.25	28.308	28.235	22.252	26.265	22.933	24.226	22.373	23.177	21.546	22.111	21.756	21.805
1/0.45	28.310	28.237	22.254	26.267	22.938	24.234	22.380	23.184	21.551	22.115	21.762	21.809

Jika dilihat dari Tabel 4.6, pada citra berkabut tipis, dapat disimpulkan bahwa deviasi 1/0.45 merupakan hasil yang terbaik, dengan nilai 26.267 kemudian disusul dengan deviasi 2.5/0.25 dengan nilai 26.265, lalu dilanjutkan dengan deviasi 4/0.05 dengan nilai 26.264.

Pada citra berkabut sedang, dapat disimpulkan bahwa deviasi 4/0.05 menghasilkan nilai PSNR yang terbaik yaitu 23.189, kemudian disusul dengan deviasi 1/0.45 dengan nilai 23.184, lalu yang terakhir adalah deviasi 2.5/0.25 dengan nilai 23.177.

Pada citra berkabut tebal, dapat disimpulkan bahwa 4/0.05 menghasilkan nilai PSNR yang paling baik diantara yang lain dengan nilai 21.819, kemudian disusul dengan deviasi 1/0.45 dengan nilai 21.809, yang terakhir adalah deviasi 2.5/0.25 dengan nilai 21.805. Berikut ini kami sertakan nilai diatas dalam bentuk grafik:



Gambar 4.31 Grafik hasil perhitungan PSNR *patch size* 10x10.

b. *Patch size* 25x25

Pada percobaan ini dilakukan sebanyak 20 kali percobaan yang dilakukan pada citra berkabut tipis, sedang, dan tebal dengan menggunakan *patch size* sebesar 25x25.

Berikut ini adalah hasil PSNRnya:

Tabel 4.10 Hasil perhitungan PSNR *patch size* 25x25.

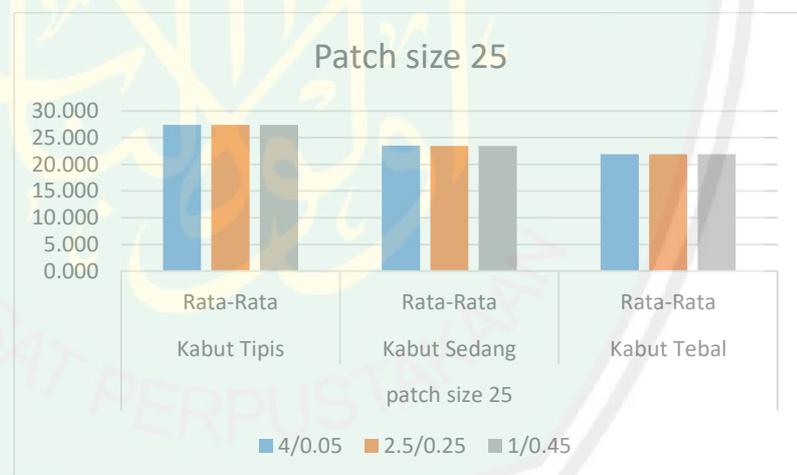
Deviasi	Patch Size 25											
	Kabut Tipis				Kabut Sedang				Kabut Tebal			
	R	G	B	Rata-Rata	R	G	B	Rata-Rata	R	G	B	Rata-Rata
4/0.05	29.714	29.649	22.882	27.415	23.191	24.459	22.842	23.497	21.599	22.270	21.818	21.896
2.5/0.25	29.714	29.649	22.882	27.415	23.191	24.459	22.841	23.497	21.599	22.270	21.818	21.896
1/0.45	29.716	29.650	22.882	27.416	23.191	24.459	22.841	23.497	21.599	22.270	21.817	21.895

Jika dilihat dari Tabel 4.7, pada percobaan citra berkabut tipis, hasil terbaik dari perhitungan PSNR adalah dengan menggunakan deviasi 1/0.45 yang menghasilkan nilai 27.416. Kemudian disusul deviasi 2.5/0.25 dan 4/0.05 dengan hasil yang

sama yaitu 27.415, meskipun hasilnya hanya berjarak 0.001 poin.

Percobaan citra berkabut sedang menghasilkan nilai PSNR yang sama besar. Ini terjadi karena proses pembulatan tiga angka dibelakang koma. Hasil dari perhitungan PSNR menunjukkan angka 23.497.

Terakhir adalah percobaan pada citra berkabut tebal, deviasi 4/0.05 dan 2.5/0.25 menghasilkan nilai PSNR yang paling baik yakni 21.896. Kemudian deviasi 1/0.45 menunjukkan nilai 21.895. Berikut ini kami sertakan nilai diatas dalam bentuk grafik:



Gambar 4.32 Grafik perhitungan PSNR *patch size 25x25*.

c. *Patch size 40x40*

Percobaan ketiga dilakukan sebanyak 20 kali, percobaan yang dilakukan pada citra berkabut tipis, sedang, dan tebal

dengan menggunakan *patch size* sebesar 45x45. Berikut ini adalah hasil PSNRnya:

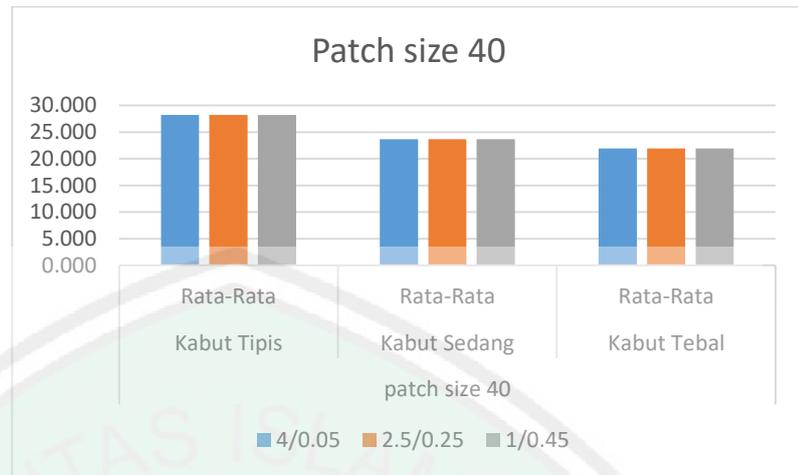
Tabel 4.11 Hasil perhitungan PSNR *patch size* 40x40

Deviasi	Patch Size 40											
	Kabut Tipis				Kabut Sedang				Kabut Tebal			
	R	G	B	Rata-Rata	R	G	B	Rata-Rata	R	G	B	Rata-Rata
4/0.05	30.684	30.524	23.406	28.204	23.330	24.589	23.073	23.664	21.618	22.322	21.838	21.926
2.5/0.25	30.686	30.526	23.406	28.206	23.321	24.577	23.059	23.652	21.610	22.311	21.827	21.916
1/0.45	30.687	30.527	23.408	28.207	23.326	24.584	23.067	23.659	21.615	22.317	21.832	21.922

Dilihat dari Tabel 4.8, citra berkabut tipis dengan deviasi 1/0.45 menghasilkan nilai PSNR yang paling baik dengan nilai 28.207, kemudian disusul dengan deviasi 2.5/0.25 dengan nilai 28.206. Nilai PSNR yang paling buruk adalah 28.204 yang dimiliki oleh deviasi 4/0.05.

Citra berkabut sedang menghasilkan beberapa nilai PSNR, nilai paling baik adalah yang dimiliki oleh deviasi 4/0.05 dengan nilai 23.664. Disusul dengan nilai dari deviasi 1/0.45 yang bernilai 23.659. Nilai PSNR yang terakhir adalah 23.652 yang dimiliki oleh deviasi 2.5/0.25.

Percobaan yang terakhir menggunakan citra berkabut tebal. Nilai PSNR yang paling baik adalah yang dimiliki oleh deviasi 4/0.05 dengan nilai 21.926, kemudian disusul oleh deviasi 1/0.45 dengan nilai 21.922, yang terakhir adalah deviasi 2.5/0.25 dengan nilai PSNR 21.916. Berikut ini kami sertakan nilai diatas dalam bentuk grafik:



Gambar 4.33 Grafik perhitungan nilai PSNR *patch size* 40x40.

d. *Patch size* 55x55

Percobaan ketiga dilakukan sebanyak 20 kali, percobaan yang dilakukan pada citra berkabut tipis, sedang, dan tebal dengan menggunakan *patch size* sebesar 55x55. Berikut ini adalah hasil PSNRnya:

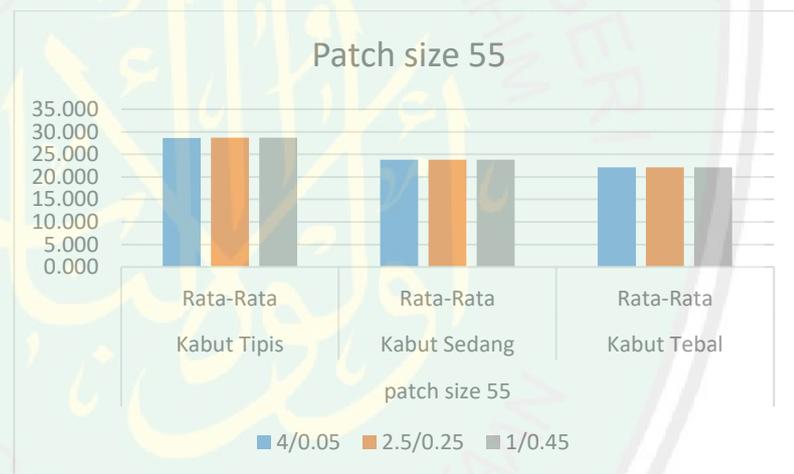
Tabel 4.12 Hasil perhitungan PSNR *patch size* 55x55.

Deviasi	Patch Size 55											
	Kabut Tipis				Kabut Sedang				Kabut Tebal			
	R	G	B	Rata-Rata	R	G	B	Rata-Rata	R	G	B	Rata-Rata
4/0.05	31.261	31.010	23.701	28.658	23.445	24.671	23.287	23.801	21.773	22.681	21.957	22.137
2.5/0.25	31.263	31.013	23.702	28.659	23.445	24.671	23.287	23.801	21.773	22.681	21.957	22.137
1/0.45	31.265	31.014	23.702	28.660	23.445	24.671	23.287	23.801	21.772	22.681	21.956	22.136

Dilihat dari Tabel 4.9, citra berkabut tipis dengan deviasi 1/0.45 menghasilkan nilai PSNR yang paling baik dengan nilai 28.660, kemudian disusul dengan deviasi 2.5/0.25 dengan nilai 28.659. Nilai PSNR yang paling burug adalah 28.658 yang dimiliki oleh deviasi 4/0.05.

Citra berkabut sedang menghasilkan nilai PSNR yang sama besar yaitu 23.801. Jadi, pada citra berkabut sedang perubahan deviasi tidak berpengaruh pada nilai PSNR yang dihasilkan.

Percobaan yang terakhir menggunakan citra berkabut tebal. Nilai PSNR yang paling baik adalah yang dimiliki oleh deviasi 4/0.05 dan 2.5/0.25 dengan nilai 22.137, kemudian disusul oleh deviasi 1/0.45 dengan nilai 22.136. Berikut ini kami sertakan nilai diatas dalam bentuk grafik:



Gambar 4.34 Grafik hasil perhitungan PSNR *patch size 55x55*.

e. *Patch size 70x70*

Percobaan ketiga dilakukan sebanyak 20 kali, percobaan yang dilakukan pada citra berkabut tipis, sedang, dan tebal dengan menggunakan *patch size* sebesar 70x70. Berikut ini adalah hasil PSNRnya:

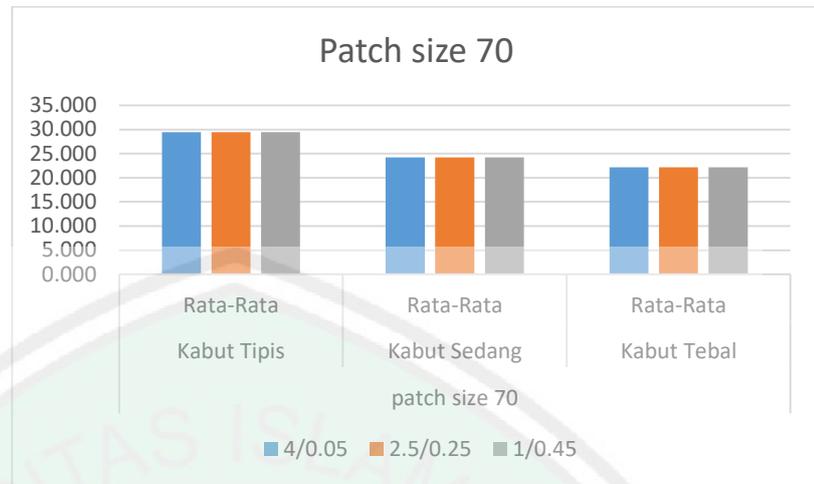
Tabel 4.13 Hasil perhitungan PSNR *patch size 70x70*.

Deviasi	Patch Size 70											
	Kabut Tipis				Kabut Sedang				Kabut Tebal			
	R	G	B	Rata-Rata	R	G	B	Rata-Rata	R	G	B	Rata-Rata
4/0.05	32.173	31.787	24.342	29.434	23.840	24.945	23.824	24.203	21.817	22.757	21.983	22.186
2.5/0.25	32.174	31.789	24.343	29.435	23.832	24.933	23.809	24.191	21.808	22.746	21.971	22.175
1/0.45	32.180	31.796	24.348	29.442	23.839	24.942	23.819	24.200	21.814	22.753	21.978	22.182

Dilihat dari Tabel 4.10, citra berkabut tipis dengan deviasi 1/0.45 menghasilkan nilai PSNR yang paling baik dengan nilai 29.442, kemudian disusul dengan deviasi 2.5/0.25 dengan nilai 29.435. Nilai PSNR yang paling buruk adalah 29.434 yang dimiliki oleh deviasi 4/0.05.

Citra berkabut sedang menghasilkan beberapa nilai PSNR, nilai paling baik adalah yang dimiliki oleh deviasi 4/0.05 dengan nilai 24.203. Disusul dengan nilai dari deviasi 1/0.45 yang bernilai 24.2. Nilai PSNR yang terakhir adalah 24.191 yang dimiliki oleh deviasi 2.5/0.25.

Percobaan yang terakhir menggunakan citra berkabut tebal. Nilai PSNR yang paling baik adalah yang dimiliki oleh deviasi 4/0.05 dengan nilai 22.186, kemudian disusul oleh deviasi 1/0.45 dengan nilai 22.182, yang terakhir adalah deviasi 2.5/0.25 dengan nilai PSNR 22.175. Berikut ini kami sertakan nilai diatas dalam bentuk grafik:



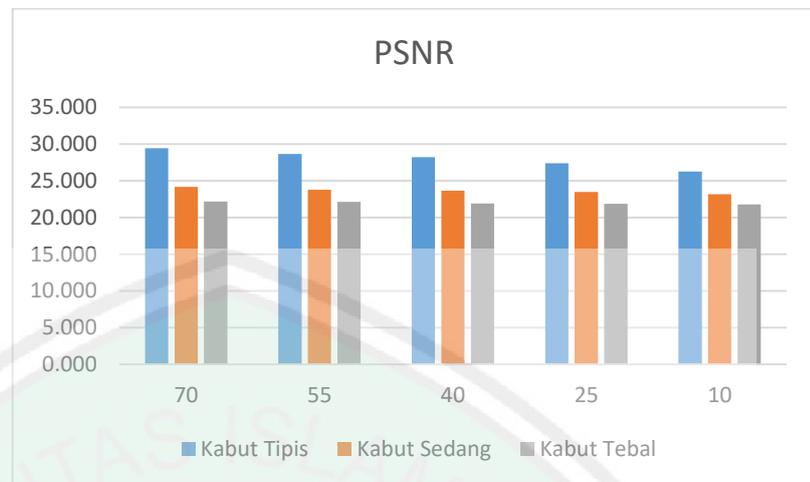
Gambar 4.35 Grafik perhitungan PSNR *patch size* 70x70.

f. Perbandingan PSNR antar *patch size*

Perbandingan PSNR ini berguna untuk menentukan *patch size* mana yang menghasilkan nilai PSNR yang paling baik. Nilai PSNR yang berada di tabel 4.11 merupakan hasil rata-rata dari variasi nilai deviasi *bilateral filter*. Berikut ini nilai PSNR beserta grafik yang telah diurutkan berdasarkan nilai PSNR yang terbaik:

Tabel 4.14 Perbandingan PSNR antar *patch size*.

Patch Size	Kabut Tipis	Kabut Sedang	Kabut Tebal
70	29.437	24.198	22.181
55	28.659	23.801	22.137
40	28.206	23.658	21.921
25	27.415	23.497	21.895
10	26.265	23.183	21.809



Gambar 4.36 Perbandingan nilai PSNR antar *patch size*.

4.2.7. Uji Coba *Dot Per Inch* (DPI)

Dot Per Inch merupakan ukuran dari berapa banyak *pixel* yang terdapat pada masing-masing *inch* (2,54 cm) citra. Semakin banyak nilai DPI maka semakin tajam pula citra yang dihasilkan. Maka dari itu, pada penelitian ini perlu dilakukan percobaan dengan mengubah nilai DPI pada masing-masing citra berkabut dengan variasi nilainya yaitu 36, 72, dan 144. Berikut ini adalah hasil percobaannya:

Tabel 4.15 Hasil Percobaan DPI

DPI	Kabut Tipis		Kabut Sedang		Kabut Tebal	
	waktu	PSNR	waktu	PSNR	waktu	PSNR
36	6.090	34.723	2.512	28.852	3.391	26.045
72	9.613	32.191	5.959	27.269	9.5473	24.923
144	32.633	30.608	20.170	26.442	33.291	24.656

Tabel 4.12 diatas menunjukkan bahwa perubahan nilai DPI sangat berpengaruh pada nilai komputasi waktu dan nilai PSNR. Nilai DPI yang kecil (36) membutuhkan waktu proses

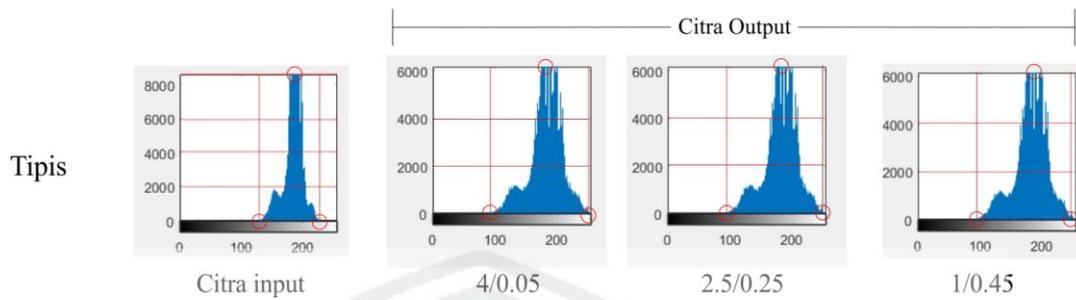
yang singkat dan menghasilkan nilai PSNR yang besar. Sedangkan nilai DPI yang besar (144) membutuhkan waktu proses yang lama dan menghasilkan nilai PSNR kecil.

4.2.8. Histogram

Histogram adalah tampilan bentuk grafis dari tabulasi frekuensi untuk menunjukkan distribusi data secara visual atau seberapa sering suatu nilai yang berbeda itu terjadi dalam suatu kumpulan data yang digambarkan dengan grafis batang, sehingga dengan demikian didapatkan informasi yang lebih banyak dari data dan akan memudahkan untuk mendapatkan kesimpulan dari data tersebut.

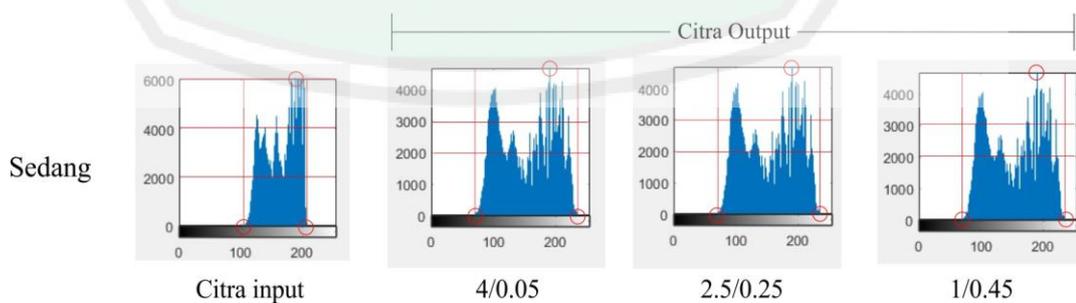
Dalam percobaan ini, data histogram diperoleh dengan membandingkan citra masukan dengan citra keluaran yang setelah melalui proses *dehazing*. Sebelum memperoleh data histogram, citra asli harus di rubah menjadi citra *greyscale* agar dapat diambil data histogramnya. Data histogramnya sendiri menunjukkan persebaran warna putih pada sebuah citra, warna putih ini mewakili objek kabut.

Setiap jenis ketebalan kabut, data histogram diambil sebanyak tiga kali berdasarkan perbedaan nilai deviasi. Histogram citra berkabut tipis dapat dilihat pada gambar 4.35:



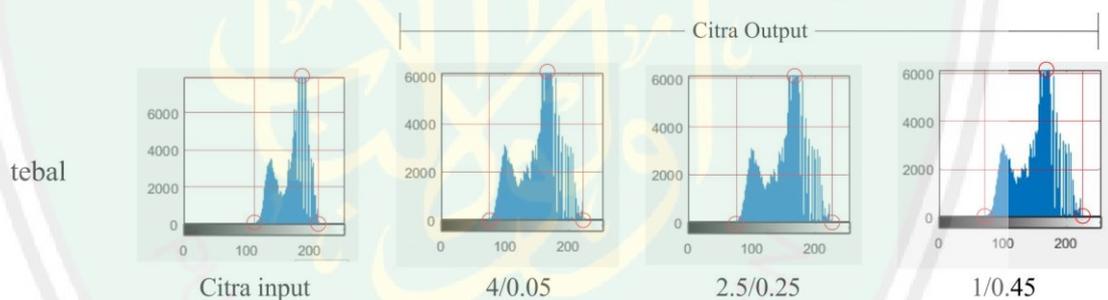
Gambar 4.37 Histogram citra kabut tipis.

Histogram diatas menunjukkan bahwa citra masukan memiliki warna putih yang terlalu banyak dan tidak merata yang cenderung berada pada satu tempat. Artinya, citra tersebut masih mengandung banyak kabut yang belum dihilangkan. Titik y menunjukkan angka kurang lebih 8000 dan titik x menunjukkan nilai antara 150 sampai nilai 220. Setelah dilakukan proses *dehazing* dengan menggunakan deviasi $4/0.05$, $5.5/0.25$, dan $1/0.45$, persebaran warna putih sudah mulai merata. Ditunjukkan dengan nilai y yang sudah mulai menurun angkanya menjadi 6000 dan nilai x yang sudah mulai melebar diantara angka 100 sampai dengan angka 260. Artinya, kabut dari citra keluaran sudah berkurang.



Gambar 4.38 Histogram citra kabut sedang.

Data histogram pada gambar 4.36 menunjukkan bahwa persebaran warna putih pada citra masukan masih belum merata. Hal ini ditunjukkan oleh grafis garis yang cenderung merapat yang berada pada nilai x diantara angka 100 sampai dengan angka 200, dan nilai y yang menyentuh angka 6000. Dan setelah dilakukan proses *dehazing*, nilai x sudah mulai menyebar diantara angka 90 sampai dengan 220. Sedangkan y nilai sudah mulai menurun diangka 4000an. Melihat perubahan nilai x dan y yang signifikan, kami menyimpulkan bahwa proses *dehazing* sudah dilakukan dengan benar.



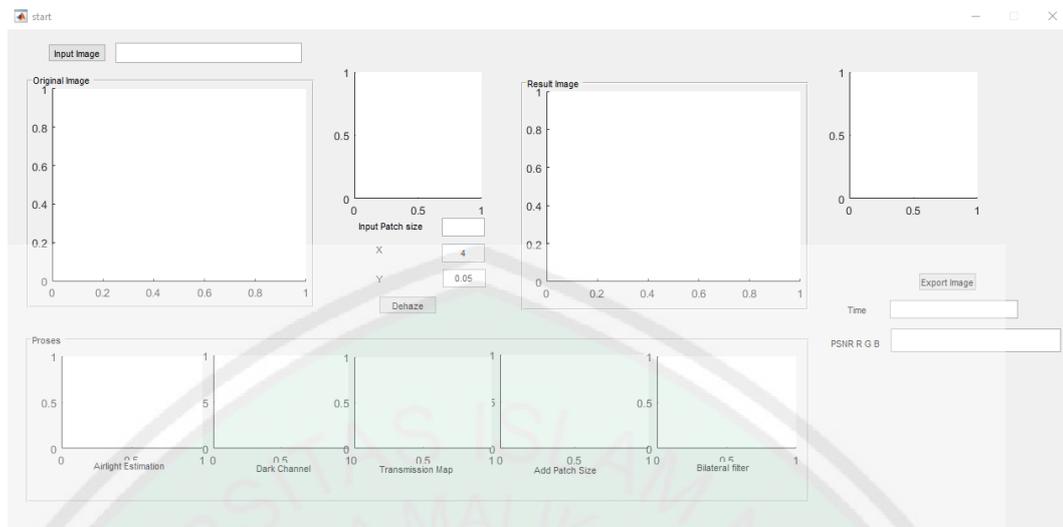
Gambar 4.39 Histogram citra berkabut tebal.

Histogram dari gambar 4.37 menunjukkan bahwa citra masukan memiliki warna putih yang terlalu banyak dan tidak merata yang cenderung berada pada satu tempat. Artinya, citra tersebut masih mengandung banyak kabut yang belum dihilangkan. Titik y menunjukkan angka kurang lebih 6900 dan titik x menunjukkan nilai antara 100 sampai nilai 200. Setelah dilakukan proses *dehazing* dengan menggunakan

deviasi 4/0.05, 5.5/0.25, dan 1/0.45, persebaran warna putih sudah mulai merata. Ditunjukkan dengan nilai y yang sudah mulai menurun angkanya menjadi 6000 dan nilai x yang sudah mulai melebar diantara angka 90 sampai dengan angka 220. Artinya, kabut dari citra keluaran sudah berkurang.

4.3. Tampilan Program

Tampilan utama program akan menampilkan citra masukan yang akan diproses, kemudian akan tampil proses *dehazing* yang menunjukkan bagaimana sebuah citra yang bebas kabut akan dihasilkan. Disamping masing-masing citra masukan dan citra keluaran, akan ditampilkan histogramnya supaya *user* dapat mengamati perbedaan histogram citra masukan dan histogram citra keluaran. Dibagian kiri atas, terdapat tombol *input image* untuk memilih citra mana yang akan diproses. Di bawah histogram citra masukan terdapat beberapa parameter yang digunakan untuk memproses citra seperti kolom masukan *patch size*, nilai deviasi x , nilai deviasi y . Kolom proses diletakkan dibagian bawah, disitu dijelaskan mengenai proses *dehazing* citra yang dilakukan. Hasil PSNR dan waktu ditampilkan dibawah histogram citra keluaran, disana juga disediakan tombol *export image* yang berguna untuk menyimpan citra keluaran. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar 4.38.



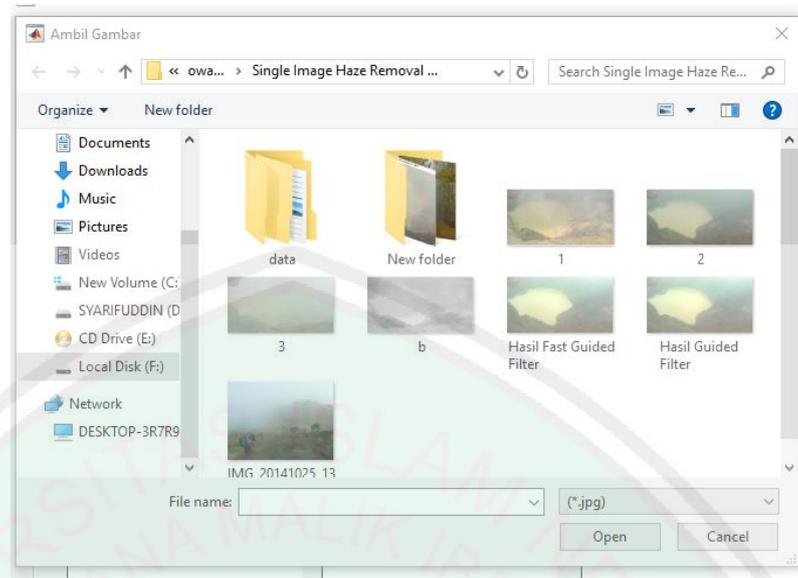
Gambar 4.40 Tampilan utama program.

Langkah penggunaan dari aplikasi ini adalah sebagai berikut; pertama, *user* harus meng-klik tombol *input image* terlebih dahulu seperti pada gambar 4.39:



Gambar 4.41 Tombol masukan.

Kemudian *user* harus memilih citra mana yang harus dimasukkan, seperti pada gambar 4.40:



Gambar 4.42 Pilih citra.

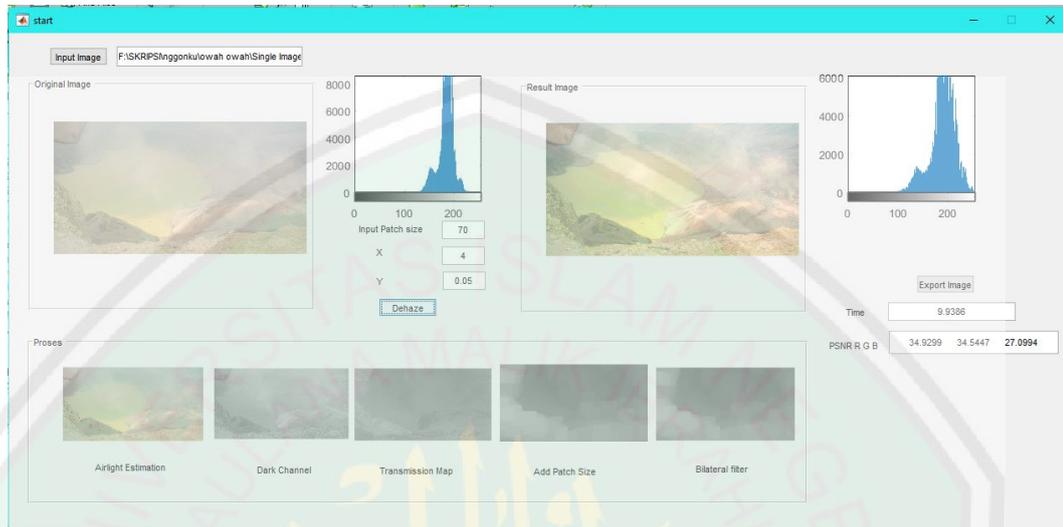
Setelah memilih citra mana yang akan dimasukkan, *user* harus mengisi beberapa parameter terlebih dahulu dan meng-klik tombol *dehaze*, seperti pada Gambar 4.41:



Gambar 4.43 Masukkan parameter.

Kemudian, aplikasi akan berjalan dengan sebagaimana mestinya dan akan menghasilkan citra dari proses *dehazing* seperti pada gambar 4.42. Terakhir, jika *user* ingin citra hasil disimpan, *user* harus meng klik tombol "export image". Di bawah tombol "export image", terdapat nilai PSNR yang dapat membantu *user* mengetahui sejauh mana kualitas citra yang

dihasilkan. Nilai yang dihasilkan dari perhitungan PSNR berupa masing-masing tiga nilai *channel* warna RGB.



Gambar 4.44 Tampilan program hasil proses *dehazing*.

4.4. Integrasi Sains dan Islam

Integrasi berasal dari bahasa latin yaitu *integer*, yang berarti utuh atau menyeluruh. Sedangkan arti kata ingerasi sendiri adalah pembauran hingga menjadi satu kesatuan yang utuh atau dalam artian yang lain adalah menyatukan unsur-unsur tertentu. Sains atau ilmu pengetahuan alam adalah sebuah istilah yang digunakan untuk merujuk pada rumpun ilmu dimana obyeknya adalah benda-benda di alam dengan hukum-hukum pasti yang berlaku kapanpun dan dimanapun. Agama adalah wahyu tuhan yang mengatur hubungan timbal balik antara manusia dengan tuhan, sesama manusia, dan lingkungan hidup yang bersifat fisik, social, amupun budaya. Jadi, maksud dari integrasi islam dan sains adalah menyatukan unsur-unsur Sains ke dalam Islam atau sebaliknya agar kita dapat

menemukan kebesaran kuasa Allah SWT dalam kehidupan dan agar dapat meningkatkan keimanan kita kepada Allah SWT.

Allah SWT berfirman dalam Al-quran surat Al-Kahfi ayat 109 yang berbunyi:

قُلْ لَوْ كَانَ الْبَحْرُ مِدَاداً لِكَلِمَاتِ رَبِّي لَنَفَذَ الْبَحْرُ قَبْلَ أَنْ تَنْفَدَ
كَلِمَاتُ رَبِّي وَلَوْ جِئْنَا بِمِثْلِهِ مَدَدًا - ١٠٩

Katakanlah (Muhammad), “Seandainya lautan menjadi tinta untuk (menulis) kalimat-kalimat Tuhan-ku, maka pasti habislah lautan itu sebelum selesai (penulisan) kalimat-kalimat Tuhan-ku, meskipun Kami Datangkan tambahan sebanyak itu (pula).” (Al-kahfi:109).

Dari ayat diatas dapat diambil kesimpulan bahwa ilmu allah sangatlah luas hinnga seandainya lautan dijadikan tinta untuk menulis semua ilmunya allah, niscaya tidak akan cukup untuk menulis semuanya. Ar-rabi bin Anas pernah mengatakan “Sesungguhnya perumpamaan ilmu hamba Allah dengan ilmunya Allah adalah bagaikan setetes air dengan seluruh lautan”. Maka kewajiban kita sebagai hamba Allah adalah untuk terus mempelajari kalam-kalamnya dan terus belajar sampai akhir hayat tanpa melupakan kewajiban-kewajiban kepada Allah dan janganlah menjadi manusia yang sombong setelah menguasai ilmu yang telah didapat. Karena, seberapapun banyaknya ilmu manusia akan kalah dengan ilmunya Allah.

Allah juga berfirman mengenai keberadaan kabut di bumi ini, yaitu dalam surat Ad-Dukhon ayat 10, yang berbunyi:

فَارْتَقِبْ يَوْمَ تَأْتِي السَّمَاءُ بِدُخَانٍ مُّبِينٍ - ١٠

Maka tunggulah pada hari ketika langit membawa kabut yang nyata. (Ad-Dukhon:10).

Makhluk Allah SWT di bumi ini sangatlah banyak, dari yang bernyawa hingga yang tidak bernyawa. Semuanya bertasbih kepada Allah SWT dengan caranya masing-masing dan tak pernah sekalipun lalai didalamnya kecuali manusia dan iblis yang kerap lalai dalam bertasbih kepada Allah SWT. Allah SWT menyebutkan kata *Dukhon* yang berarti kabut dalam ayat diatas, secara langsung Allah memanggil kabut untuk bertasbih kepadaNya. Namun, cara kabut bertasbih berbeda dengan cara bertasbihnya manusia, jika manusia bertasbih dengan mengucapkan kalimat tasbih, tahmid, dan takbir, kabut mempunyai cara sendiri untuk bertasbih kepada rabb semesta alam yaitu dengan cara terus bergerak dari tempat yang bersuhu panas menuju tempat yang bersuhu dingin. Dengan cara seperti itulah kabut bertasbih kepada Allah SWT, rabb semesta alam.

Penelitian ini salah satunya dilakukan untuk memahami bagaimana pergerakan kabut di kawah Gunung Kelud. Pukul berapa kabut tebal akan turun dan kapan kawah Gunung Kelud dapat terlihat dengan jelas karena tipisnya kabut yang turun. Penelitian ini tidak untuk menghalangi kabut bertasbih kepada Allah SWT, karena kabut pada hakekatnya masih berada di atas kawah, kita hanya menghilangkan kabut pada citra yang telah ditangkap oleh kamera CCTV.

Allah SWT juga berfirman tentang waktu yang setiap hari kita lalui, yaitu dalam surat Al-Ashr:

وَالْعَصْرِ، إِنَّ الْإِنْسَانَ لَفِي خُسْرٍ، إِلَّا الَّذِينَ آمَنُوا وَعَمِلُوا الصَّالِحَاتِ وَتَوَاصَوْا
بِالْحَقِّ وَتَوَاصَوْا بِالصَّبْرِ

Artinya “Demi masa, Sesungguhnya manusia itu benar-benar dalam kerugian, Kecuali orang-orang yang beriman dan mengerjakan amal shalih dan nasihat menasihati supaya mentaati kebenaran dan nasehat menasehati supaya menepati kesabaran” (QS. Al-`Ashr: 1-3).

Surat Al-Ashr mempunyai kandungan yang sangat luas sekali dalam kehidupan kita. Imam Syafi’i rahimahullah pernah berkata “Seandainya setiap manusia merenungkan surat ini, niscaya hal itu akan mencukupi untuk mereka” karena setiap orang yang berakal apabila mendengar atau membaca surat ini akan berusaha untuk membebaskan dirinya dari kerugian dengan meningkatkan keimanan, memperbanyak amal shalih, saling menasehati dalam kebenaran, dan saling menasehati dalam kesabaran. *Ashr* sendiri mempunyai arti masa atau waktu. Waktu juga merupakan makhluk Allah SWT yang terus berlalu tanpa bisa kembali. Secara tidak langsung Allah SWT memerintahkan hamba-hambanya untuk memanfaatkan waktu semaksimal mungkin dan mengisinya dengan kegiatan yang bermanfaat tanpa menyia-nyiakannya, karena orang yang menyia-nyiakkan waktu akan merugi disuatu saat nanti. Gunakan waktu yang kita miliki untuk memperbanyak amal shalih, belajar, saling nasehat dan menasehati dalam kebenaran dan kesabaran seperti yang telah disebutkan dalam surat Al-Ashr.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah melakukan penelitian *dehazing* (Penghilangan kabut) pada citra kawah Gunung Kelud dengan menggunakan metode *Dark channel prior* dan *Bilateral filter*, maka dihasilkan sebuah program aplikasi yang berguna untuk proses *dehazing*.

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan percobaan dan pengujian yang telah dilakukan dalam implementasi *Dark channel prior* dan *Bilateral filter*, maka dapat disimpulkan:

1. Besaran *patch size* berpengaruh pada nilai PSNR, nilai PSNR yang baik adalah nilai PSNR yang semakin kecil Artinya, semakin kecil nilai PSNR yang dihasilkan, semakin baik pula kualitas citranya. Pernyataan ini dibuktikan dengan melihat tabel 4.11 sampai dengan tabel 4.15. Nilai PSNR yang baik adalah; yang pertama, *patch size* 70 dengan nilai 29.43, kedua, *patch size* 55 dengan nilai 28.65, ketiga, *patch size* 40 dengan nilai 28.2, keempat, *patch size* 25 dengan nilai 27.41, kelima, *patch size* 10 dengan nilai 26.26.
2. Perbedaan waktu komputasi yang digunakan dalam proses *dehazing*, tidak begitu signifikan perbedaannya. Hanya berjarak 0 sampai 2 detik tiap percobaannya. Namun, pada saat pertama kali proses

dijalankan, waktu komputasi akan terasa lebih lama dibanding setelah dilakukan beberapa kali percobaan. Sebagai contoh dapat dilihat pada tabel 4.1, percobaan pertama hingga kelima memakan waktu sekitar 9 detik, namun, ketika dilakukan percobaan ke enam hingga percobaan ke dua puluh waktu komputasi menurun menjadi kurang lebih 8 detik.

3. Perbedaan nilai deviasi juga sangat berpengaruh pada nilai PSNR dari citra keluaran. Nilai deviasi $1/0.45$ sangat bagus untuk memproses citra berkabut tipis karena nilai PSNR yang dihasilkan lebih baik dari nilai deviasi yang lain. Sedangkan deviasi $4/0.05$ akan sangat cocok ketika digunakan untuk memproses citra berkabut sedang dan tebal.

5.2. Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dari implementasi *bilateral filter* pada *dark channel prior*, peneliti menyarankan untuk mengubah nilai deviasi dengan rentang yang lebih besar agar mendapatkan nilai PSNR yang lebih baik. Terakhir, peneliti menyarankan agar ditambahkan beberapa metode lagi seperti *guided filter* atau *fast guided filter* untuk menghasilkan citra keluaran yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Fattal, R. (2008). Single image dehazing. *ACM Transactions on Graphics*, 27(3), 1. <https://doi.org/10.1145/1360612.1360671>
- He, K., Sun, J., & Tang, X. (2011). Single image haze removal using dark channel prior. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 33(12), 2341–2353. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2010.168>
- Hikmah, F. N. (2017). Penerapan FADE Untuk Mengukur Citra Pasca Proses *Haze Removal* (Studi Kasus Citra Berkabut Pada Kawah Gunung Kelud).
- Muttaqin, R. (2017). Implementasi Fast Guided Filter Pada Dark Channel Prior Untuk Menghilangkan Kabut Pada Citra Kawah Gunung Kelud.
- Narasimhan, S. G., & Nayar, S. K. (2002). Vision and the atmosphere. *International Journal of Computer Vision*, 48(3), 233–254. <https://doi.org/10.1023/A:1016328200723>
- Nugroho, F., & Fadila, J. N. (2017). Peningkatan Visibilitas Pada Penghilangan Haze Berbasis Perbedaan Warna Untuk Citra Digital Tunggal Danau Kawah Gunung Kelud.
- Putra, O. V., Prianto, B., Yuniarno, E. M., & Purnomo, M. H. (2016). Visibility restoration of lake crater hazy image based on dark channel prior. *2016 International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC)*, 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICSEC.2016.7859864>

Rinaldi Munir. (2004). Perbaikan Kualitas Citra. *Pengolahan Citra Digital*, 91–120.

Soegimo, D., & Ruswanto. (2009). *Geografi Untuk SMA/MA Kelas X*.

Syahroni, A. N. (2017). Implementasi Fast Guided Filter pada Color Auttonation Prior untuk Menghilangkan Kabut pada Citra Gunung Kelud.

Tan, R. T. (2008). Visibility in bad weather from a single image. *26th IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, CVPR*.
<https://doi.org/10.1109/CVPR.2008.4587643>

Tomasi, C., & Manduchi, R. (1998). Bilateral Filtering for Gray and Color Images. *International Conference on Computer Vision*, 839–846.
<https://doi.org/10.1109/ICCV.1998.710815>

M. Edy, Sutoyo, S. Vincent D.N. Oky, dan Wijanarto (2009). Teori Pengolahan CITRA DIGITAL, Yogyakarta: Andi.

Tri Wasono, Hari. 2014. “Letusan 2014 Paling Besar dalam Sejarah Kelud”. Tempo, 26 Februari 2014.

K. Eka, P. Sofyan, S. Pretina, and S. B. Ugan, “Karakteristik kimiawi air danau kawah Gunung Api Kelud , Jawa Timur pasca letusan tahun 1990,” *Indones. J. Geosci.*, vol. 1, no. 4, pp. 185–192, 2006.