

**LAPORAN PENELITIAN KOMPETITIF DOSEN
TAHUN ANGGARAN 2017**

JUDUL PENELITIAN

Peningkatan Visibilitas Pada
Penghilangan *Haze* Berbasis Perbedaan Warna Untuk
Citra Digital Tunggal Danau Kawah Gunung Kelud

Nomor DIPA	:	DIPA BLU: DIPA-025.04.2.423812/2016
Tanggal	:	07 Desember 2017
Satker	:	(423812) UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
Kode Kegiatan	:	(2132) Peningkatan Akses, Mutu, Kesejahteraan dan Subsidi Pendidikan Tinggi Islam
Kode Sub Kegiatan	:	(008) Penelitian Bermutu
Kegiatan	:	(004) Dukungan Operasional Penyelenggaraan Pendidikan

OLEH

Fresy Nugroho, S.T., M.T

NIP. 19710722 201101 1001

Juniardi Nur Fadila, S.Kom., M.T



**KEMENTERIAN AGAMA
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT (LP2M)
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG
2017**

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Penelitian ini disahkan oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
Pada tanggal 13 Juli 2017

Peneliti

Ketua : Nama : Fresy Nugroho, ST., MT
NIP : 19710722 201101 1 001
Tanda :
Tangan

Anggota : Nama : Juniardi Nur Fadila, S.Kom., M.T
NIP : --
Tanda :
Tangan

Ketua LP2M
UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

Dr. Hj. Mufidah Ch., M.Ag.
NIP. 196009101989032001

PERNYATAAN ORISINALITAS PENELITIAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fresy Nugroho, S.T.,M.T
NIP : 19710722 201101 1001
Pangkat/ Gol.Ruang : Lektor - III/d
Fakultas/Jurusan : Fakultas Saintek / Jurusan Teknik Informatika
Jabatan dalam Penelitian : Ketua Peneliti

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa dalam penelitian ini tidak terdapat unsur-unsur penjiplakan karya penelitian atau karya ilmiah yang pernah dilakukan atau dibuat oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis disebutkan dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka. Apabila dikemudian hari ternyata dalam penelitian ini terbukti terdapat unsur-unsur penjiplakan dan pelanggaran etika akademik, maka kami bersedia mengembalikan dana penelitian yang telah kami terima dan diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Malang, 13 Juli 2017

Ketua Peneliti

Materai Rp. 6000,-

(Fresy Nugroho, S.T.,M.T)
NIP. 19710722 201101 1001

PERNYATAAN TIDAK SEDANG TUGAS BELAJAR

Kami yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fresy Nugroho, S.T.,M.T
NIP : 19710722 201101 1001
Pangkat/
Gol.Ruang : Lektor - III/d
Tempat; Tgl. Lahir : Sidoarjo, 22 Juli 1971
Judul Penelitian : Peningkatan Visibilitas Pada Penghilangan Haze Berbasis
Perbedaan Warna Untuk Citra Digital Tunggal Danau
Kawah Gunung Kelud

dengan ini menyatakan bahwa:

1. Saya TIDAK SEDANG TUGAS BELAJAR
2. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa saya sedang tugas belajar, maka secara langsung saya menyatakan mengundurkan diri dan mengembalikan dana yang telah saya terima dari Program Penelitian Kompetitif tahun 2017.

Demikian surat pernyataan ini, Saya buat sebagaimana mestinya.

Malang, 13 Juli 2017

Ketua Peneliti

Materai Rp. 6000,-

(Fresy Nugroho, S.T.,M.T)
NIP. 19710722 201101 1001

PERNYATAAN KESANGGUPAN MENYELESAIKAN PENELITIAN

Kami yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fresy Nugroho, S.T.,M.T
NIP : 19710722 201101 1001
Pangkat/ Gol.Ruang : Lektor - III/d
Fakultas/Jurusan : Fakultas Saintek / Jurusan Teknik Informatika
Jabatan dalam Penelitian : Ketua Peneliti

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Saya sanggup menyelesaikan dan menyerahkan laporan hasil penelitian sesuai dengan batas waktu yang telah ditetapkan (17 Juli 2017);
2. Apabila sampai batas waktu yang ditentukan saya/kami belum menyerahkan laporan hasil, maka saya sanggup mengembalikan dana penelitian yang telah saya terima.

Malang, 13 Juli 2017

Ketua Peneliti

Materai Rp. 6000,-

(Fresy Nugroho, S.T.,M.T)
NIP. 19710722 201101 1001

Abstrak

Indonesia tercatat memiliki 127 gunung api aktif. Salah satu gunung api paling aktif di Indonesia, antara lain : gunung Kelud (Jawa Timur). Gunung Kelud berdasarkan data sejarah letusannya Indikator yang menandai akan terjadi letusan atau perubahan keadaan pada gunung Kelud antara lain adalah berubahnya warna danau pada kawah gunung kelud, dan timbulnya asap dari perut gunung kelud yang muncul ke permukaan gunung. Untuk memantau timbulnya asap pada danau kawah gunung kelud, dapat diamati melalui *close circuit televise* (CCTV) milik badan meteorologi, klimatologi dan geofisika (BMKG) Jawa Timur, yang dipasang mengarah langsung ke danau kawah. Namun, pemanfaatan CCTV masih mengandalkan kemampuan pengamatan visual dari petugas yang bertugas di stasiun pengawas, penggunaan CCTV belum memberikan hasil pengamatan yang akurat, disebabkan kabut (*haze*) sepanjang hari. Sehingga citra yang ditangkap CCTV mengalami degradasi visual. Untuk memulihkan kekontrasan citra yang terdegradasi oleh cuaca buruk maka dilakukan beberapa teknik menghilangkan kabut.

Kata kunci : monitoring gunung berapi, CCTV, *haze*, gradasi visual.

Abstract

Indonesia has recorded 127 active volcanoes. One of the most active volcanoes in Indonesia, among others: Kelud mountain (East Java). Mount Kelud based on historical data eruption Indicators that mark will happen eruption or change of state at mount Kelud, such as color change of the crater lake at kelud, and incidence of smoke from belly of kelud which appear to surface mount. To monitor the occurrence of smoke in the crater lake of Kelud mountain, can be observed through meteorology, climatology and geophysics (BMKG) of East Java close circuit television (CCTV), which is mounted directly to the crater lake. However, the use of CCTV still relies on the visual observation capability of officers in charge of supervising stations, and the haze along the day. So the CCTV image, experiencing visual degradation. To restore the contrast of images degraded by bad weather, then do some technique to eliminate the haze.

Keyword : volcano monitoring, CCTV, haze, visual degradation.

Daftar isi

Abstrak	
Abstract	
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Permasalahan	2
1.3. Batasan Masalah	3
1.4. Kontribusi Penelitian.....	4
1.5. Luaran Penelitian.....	
1.6. <i>Road Map</i> Penelitian <i>Monitoring Gunung</i>	
1.7. <i>Road Map</i> Penelitian teknik <i>Pattern Recognizing</i> untuk <i>monitoring Gunung</i>	
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1. <i>State of The Art</i>	8
2.2. Definisi Pembangkitan Skenario	9
2.3. Definisi <i>Game</i> <i>Serius</i>	10
2.4. Definisi <i>Balanced Scorecard</i>	12
2.5. <i>Fuzzy Inference System</i>	15
2.6. Studi Kasus	20
BAB III METODE PENELITIAN.....	21
3.1. Metoda Yang Diusulkan.....	23
3.2. Tahapan Penelitian.....	25
3.3. Konversi RGB ke HSV.....	28
3.4. Estimasi <i>Transmission Map</i>	30
3.5. Estimasi <i>Atmospheric Light</i>	
3.6. <i>Filtering</i> menggunakan <i>Fast Guided Filter</i>	
3.7. <i>Scene Radiance Recovery</i>	
BAB IV HASIL PENELITIAN.....	32
4.1. Metode Defuzzifikasi.....	35
4.2. Kinerja kompetitor vs kebutuhan.....	42
4.3. Kinerja kompetitor vs pelayanan	46
4.5. Kinerja kompetitor vs NPV	48
BAB V PENUTUP.....	49
5.1. Simpulan.....	49
5.2. Saran.....	49
Daftar Referensi.....	50

Lampiran

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Berdasarkan data resmi Persatuan Bangsa-Bangsa, Indonesia adalah negara kepulauan terbesar di dunia yang terdiri dari 13,487 pulau. Dari sisi geologi dan morfologi wilayah, Indonesia berada dalam lingkaran api dimana menyebar puluhan gunung berapi aktif, terutama di pulau Jawa dan Sumatera. Selain itu, Indonesia merupakan pertemuan tiga potongan tektonik besar seperti Eurasia, Pasifik dan Indo Australia. Indonesia tercatat memiliki 127 gunung api aktif. Lima gunung api paling aktif di Indonesia, berdasarkan tanggung jawab atas kematian yang disebabkan oleh letusannya dan seringnya aktivitas yang terjadi baru-baru ini antara lain : gunung Merapi (Daerah Istimewa Yogyakarta), gunung Egon (Nusa Tenggara Timur), gunung Sinabung(Sumatera Utara), gunung Bromo(Jawa Timur) dan gunung Kelud (Jawa Timur). (Nandaka, 2015).

Gunung Kelud berdasarkan data sejarah letusannya, diketahui memiliki daur kegiatan 15 sampai dengan 30 tahun, dan kegiatan letusan terutama terjadi di bagian kawah yang berisi air pada ketinggian >1600 m dpl dengan letusan yang sangat eksplosif mengakibatkan kerusakan yang dahsyat pada lahan pertanian, perkebunan, dan pemukiman termasuk sejumlah besar korban manusia tewas (Nandaka, 2015 dan Nakashima dkk., 2016). Letusan gunung kelud terakhir terjadi pada 13 februari 2014.

Indikator yang menandai akan terjadi letusan atau perubahan keadaan pada gunung Kelud antara lain adalah berubahnya warna danau pada kawah gunung kelud, dan timbulnya asap dari perut gunung kelud yang muncul ke permukaan danau kawah gunung. Fenomena ini dikenal sebagai aktivitas tingkat tinggi pada danau kawah. Timbulnya asap disebabkan adanya campuran gas yang sempurna, yang terdiri dari Karbon monoksida (CO), Karbon dioksida (CO₂), Hidrogen Sulfide (H₂S), Sulfur dioksida (SO₂), dan Nitrogen (NO₂) dari dasar danau kawah yang sangat kuat, hingga mampu menembus kedalaman danau, kemudian menyembul keluar berbentuk kepulan asap (Nakashima dkk., 2016).

Untuk memantau timbulnya asap pada danau kawah gunung kelud, dapat diamati melalui *Closed Circuit Televisi* (CCTV) milik badan meteorology dan geofisika Jawa Timur, yang dipasang permanen, mengarah langsung ke danau kawah. Namun, pemanfaatan CCTV masih mengandalkan kemampuan pengamatan visual dari petugas yang bertugas di stasiun pengawas, guna memahami aktivitas asap dan perubahan warna danau kawah yang sedang terjadi pada gunung kelud. Sehingga, hasil pengamatan sangat tergantung pada kemampuan ahli, dan tidak dapat dilakukan secara terus menerus. Disamping itu, penggunaan CCTV belum memberikan hasil pengamatan yang akurat, disebabkan pengamatan sangat tergantung adanya matahari dan terjadinya kabut (*haze*) sepanjang hari. Sehingga citra yang ditangkap CCTV mengalami degradasi visual.

Degradasi visual dapat terjadi karena adanya reduksi visibilitas sehubungan dengan adanya peredaman langsung dan pergeseran *chrominance* terkait *airlight*. Kedua hal ini disebabkan oleh kondisi cuaca buruk (misalnya, *foggy* atau *hazy*). Akibatnya citra CCTV yang diperoleh, kehilangan kontras dan *fidelity*, berdasarkan fakta bahwa cahaya diserap dan disebar oleh media keruh seperti partikel dan tetesan air di atmosfer selama proses propagasi. Kondisi ini dikenal sebagai visibilitas dalam atmosfer. Berdasarkan visibilitas dalam atmosfer, maka terdapat perbedaan antara *foggy* dan *hazy*. *Foggy* memiliki konsentrasi $100 - 10 \text{ cm}^{-3}$, sedangkan *hazy* memiliki konsentrasi $10^3 - 10 \text{ cm}^{-3}$. *Foggy* lebih banyak mengandung air dan cenderung mendekati permukaan bumi dibandingkan *hazy* (McCartney, 1976). CCTV diarahkan ke permukaan danau dan lembah gunung kelud sehingga penelitian lebih di fokuskan pada fenomena *hazy*.

Penelitian tentang restorasi visibilitas pada danau kawah gunung kelud, telah dilakukan (Oddy dkk, 2016), namun dalam penelitian itu masih menggunakan metode *dark channel prior* yang menerapkan *guided image filter* (He dkk, 2011) dan mengkombinasi dengan *learning strategy* (Zhu dkk., 2015). Pada penelitian yang dilakukan penulis, untuk obyek penelitian yang sama, yaitu danau kawah gunung kelud, penulis menerapkan *color attenuation prior* (Zhu dkk.,2015) dengan mengubah-ubah nilai koefisien *scattering* β . Hasil awal menunjukkan bahwa, memang terdapat pengaruh untuk nilai koefisien *scattering* yang berbeda(Fresy dkk., 2016). Selanjutnya, penelitian berbasis warna (Zhu

dkk.,2015) untuk memprediksi kedalaman *haze* dalam menghilangkan fenomena *haze* pada *single image* masih menggunakan *guided image filter* untuk menggantikan proses *soft matting*, sehingga sangat menyita waktu. Oleh karena itu dalam penelitian kali ini, penulis mengajukan metode *fast guided image filtering* yang di temukan (He dkk., 2014) untuk diterapkan dalam *color attenuation prior* (Zhu dkk., 2015) pada kasus menghilangkan *haze* pada kawah gunung kelud. Dalam penelitiannya, (He dkk., 2014) mengklaim bahwa terjadi peningkatan kecepatan proses sebesar 10 kali lipat dibandingkan penerapan *guided image filtering* pada *dark channel prior*.

1.2 Permasalahan

Bagaimana meningkatkan visibilitas pada citra tunggal digital kawah gunung kelud terutama dalam sisi kecepatan proses, mengingat teknik penghapusan kabut berdasarkan pada asumsi perbedaan warna untuk citra tunggal digital atau dikenal sebagai *color attenuation prior* masih boros waktu karena menggunakan *guided image filter*.

1.3. Batasan Masalah

Agar dalam penelitian yang dilakukan dapat fokus dan detail maka diperlukan batasan masalah antara lain :

1. Citra yang digunakan adalah citra gunung kelud.
2. Citra berkabut yang digunakan adalah data yang diperoleh dari CCTV BMKG Jawa Timur.
3. Kamera CCTV model Axis Q1755-E merupakan kamera jaringan, dengan resolusi 1280x720 piksel dan pembesaran secara optikal 10x serta pembesaran digital 12x, sehingga pembesaran total/*zoom* adalah : 120x.
4. Ukuran citra yang digunakan setelah proses *cropping* adalah 800 x 400 piksel.
5. Ruang warna yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Hue Saturation Value* (HSV).

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan yang akan dicapai dari penelitian ini adalah (1) untuk membuktikan bahwa upaya untuk meningkatkan kecepatan penghilangan *haze* dengan tidak mempengaruhi kualitas citra tunggal digital dapat dilakukan. (2) untuk menentukan parameter terbaik yang secara akurat dan obyektif menunjang upaya peningkatan kualitas citra tunggal digital setelah proses penghilangan *haze*.

1.4 Kontribusi Penelitian

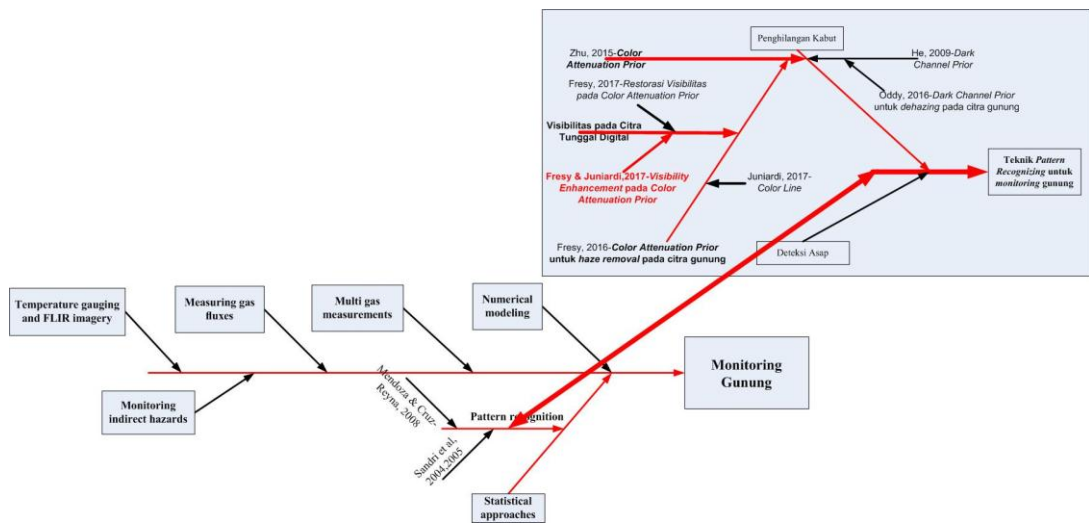
Memberikan solusi untuk pemantauan kawah gunung kelud secara otomatis berdasarkan CCTV, dengan peningkatan kecepatan proses penghilangan *haze*.

1.5 Luaran Penelitian

Target Penelitian ini berupa 3 buah paper yang diterima di **jurnal International berindeks Scopus**, dengan judul :

1. *Fast and natural Mt. Kelud haze removal based on difference color in single image.* → Jurnal Teknologi (*Science and Engineering*) - Universiti Teknologi Malaysia – Q3, H-Index 9.
2. *Optimal depth estimation for Mt. Kelud haze removal based on color attenuation prior.* → JATIT (*Journal of Theoretical and Applied Information Technology*)- Q3, H-Index 12.
3. *Accurate visibility restoration for Mt. Kelud haze removal using fast guided image filtering.* → IRECOS (*International Review on Computers and Software*) - Q2, H-Index 13.

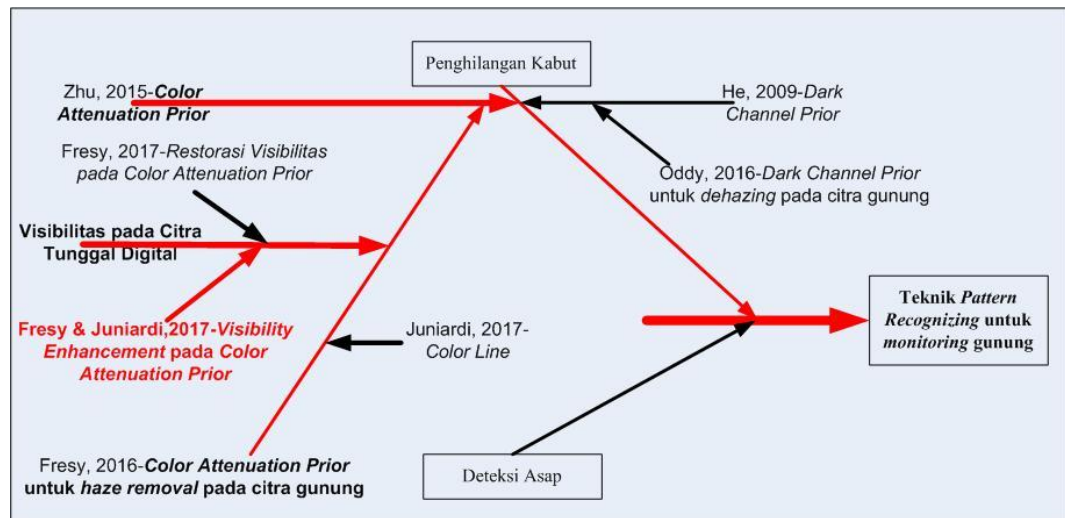
1.6. Road Map Penelitian Monitoring Gunung



Gambar 1. Road map penelitian monitoring gunung

Dalam gambar 1 diperlihatkan *road map* penelitian *monitoring* gunung. Dimana *monitoring* gunung lebih banyak menggunakan pendekatan vulkanologi, antara lain *temperature gauging* dan *FLIR imagery*, *measuring gas fluxes*, *multi gas measurement*, *numerical modeling*, *monitoring indirect hazard* dan *statistical approach*. *Pattern recognition* merupakan bagian kecil dari *statistical approach* yang mulai dikembangkan. Pada gambar 1 juga terlihat bahwa penelitian yang sedang dilakukan, merupakan bagian dari pendekatan menggunakan *pattern recognition*.

1.7. Road Map Penelitian teknik *Pattern Recognizing* untuk *monitoring Gunung*



Gambar 2. Road map penelitian teknik *Pattern Recognizing* untuk *monitoring Gunung*

Dalam gambar 2 diperlihatkan *road map* penelitian teknik *Pattern Recognizing* untuk *monitoring Gunung*, dimana pada *road map* ini semakin diperjelas ruang lingkup yang sedang diteliti. Dengan tujuan akhir menghasilkan *tool* untuk monitoring danau kawah gunung kelud, terdiri dari dua bagian besar yaitu deteksi asap dan penghilangan kabut. Pada sub penghilangan kabut untuk citra gunung kelud, terdapat penelitian Oddy, 2016 yang menggunakan metode *dark channel prior*. Sedangkan pendekatan berbeda dilakukan berdasarkan *color attenuation prior* (Zhu, 2015) dimana metode *color attenuation prior* diterapkan untuk *haze removal* pada citra digital tunggal gunung kelud (Fresy, 2016). Penelitian berdasarkan *color attenuation prior* juga telah di kembangkan dalam hal restorasi visibilitas pada citra digital tunggal setelah proses *haze removal* (Fresy, 2017). Sementara dari sisi restorasi visibilitas, mulai dikembangkan oleh Tarel dan Hautiere, 2009. Dan dikembangkan teknik *edge collapse* untuk restorasi visibilitas oleh Chen dan Huang, 2016. Selanjutnya penelitian yang diajukan ini masih berkuat di bidang warna, dimana di gali lebih dalam dari sisi *visibility enhancement* pada citra digital tunggal setelah proses *haze removal* (Fresy dan Juniardi, 2017). (diperlihatkan dalam kotak warna merah dan garis berwarna merah).

BAB II

KAJIAN PUSTAKA TENTANG HAZE REMOVAL DAN GUNUNG KELUD

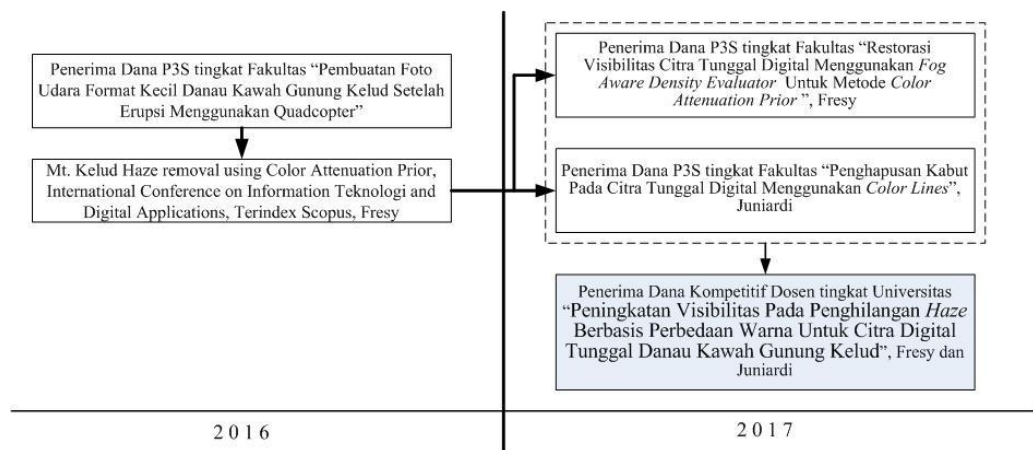
2.1. State of The Art

Konsentrasi *hazy* berbeda dari satu tempat ke tempat lain, beberapa peneliti berusaha memulihkan kekontrasan citra dengan teknik menghilangkan kabut (*haze removal* atau *dehazing*). *Haze removal* atau *dehazing* merupakan bidang penelitian yang hingga kini masih terus diteliti dan dikembangkan, terutama untuk citra tunggal karena minimnya informasi yang tersedia dalam citra tersebut. Peneliti awal menggunakan teknik tradisional pengolahan citra untuk menghilangkan *hazy* dari satu citra (metode *haze removal* berbasis histogram (Kim dkk, 1998; Stark, 2000; Kim dkk., 2001)). Namun, efek *haze removal* terbatas, karena citra tunggal berkabut tidak dapat memberikan banyak informasi. Kemudian, peneliti mencoba untuk meningkatkan kinerja *haze removal* menggunakan beberapa citra. Metode berbasis polarisasi digunakan untuk *haze removal* pada beberapa citra dengan derajat polarisasi yang berbeda (Schechner dkk., 2001 dan 2003 ; Shwartz, 2006). Peneliti lain mengusulkan pendekatan penghapusan kabut dengan beberapa citra dari obyek yang sama untuk kondisi cuaca yang berbeda (Narasimhan dan Nayar, 2000, 2002). Metode *haze removal* dilakukan berdasarkan informasi kedalaman juga di eksplorasi (Narasimhan dan Nayar, 2002; Kopf dkk., 2008).

Berdasarkan asumsi bahwa kontras lokal pada citra bebas *hazy* jauh lebih tinggi daripada citra *hazy*, diusulkan metode penghapusan kabut dengan memaksimalkan kontras lokal dari citra berdasarkan *Markov Random Field* (MRF) namun menghasilkan citra yang terlalu-jenuh (*over-saturated*) (Tan, 2008). Dalam penelitian lain, (Fattal, 2008) mampu mencapai hasil yang baik dengan mengasumsikan bahwa *transmission* dan bayang-bayang pada permukaan secara lokal tidak berhubungan. Berdasarkan asumsi ini, diperoleh *transmission*

map melalui *independent component analysis*. Namun metode ini mengalami kesulitan pada daerah yang mengandung sangat banyak *haze*, memakan waktu dan tidak dapat digunakan untuk *haze removal* citra *grayscale*. Berikutnya, terinspirasi teknik *dark-object subtraction* (Chavez, 1988), diajukan pendekatan menggunakan piksel gelap (*dark channel prior*) dalam *window* lokal untuk menghasilkan estimasi kasar dari *transmission map* (He dkk., 2009) dengan hasil melebihi algoritma lainnya dan bahkan berhasil untuk kejadian yang sangat banyak *haze*. Namun metode ini masih kurang efisien karena proses *soft matting* yang membutuhkan waktu lama. Sehingga beberapa peneliti mengajukan beberapa perbaikan, dari sisi peningkatan kecepatan proses, antara lain : menerapkan *median of median filter* (Yu dkk., 2010), mengganti *soft matting* dengan pemfilteran median standar (Gibson dkk., 2012), selanjutnya disempurnakan dengan *guided image filtering* (He dkk., 2013). Pendekatan dengan asumsi perbedaan kedalaman berdasarkan warna (*color attenuation prior*) pada *Hue, Saturation, Value* (HSV) dimana *Value* mewakili kecerahan (*brightness*) piksel pada citra *hazy*. Hasil yang dicapai menunjukkan bahwa analogi tersebut memberikan citra bebas *haze* yang lebih alami (Zhu dkk., 2015).

Penulis mempunyai *road map* yang berkaitan dengan penelitian yang sedang diajukan, sejak tahun 2016 sebagaimana diperlihatkan dalam gambar 2.1 berikut ini. Dimana kotak terakhir merupakan konsentrasi penulis saat ini.



Gambar 2.1. Road Map penelitian sejak tahun 2016

2.2. Haze

Peningkatan kualitas citra digital sudah menjadi kebutuhan utama, hal ini berdasarkan fakta bahwa citra digital yang di *capture* tidak selalu bebas dari partikel-partikel yang bertebaran di atmosfer. Maka sejak tahun 1941, telah dibakukan secara internasional, jangkauan visibilitas pada atmosfer, mulai dari < 50 m hingga > 50 km. Standar internasional ini terbukti sangat membantu dalam dunia meteorologi, dan banyak di gunakan untuk pengamatan keseharian. Standar visibilitas tersebut diperlihatkan dalam tabel 1.1

Table 1.1 Kode visibilitas internasional dengan jangkauan meteorologi

No. Kode	Kondisi Cuaca	Jarak secara Meteorological, R_m	Koefisien Scattering, β (km^{-1})
0	<i>Dense fog</i>	≤ 50 m	$\dots > 78.2$
1	<i>Thick fog</i>	50 m – 200 m	78.2 – 19.6
2	<i>Moderate fog</i>	200 m – 500 m	19.6 – 7.82
3	<i>Light fog</i>	500 m – 1.000 m	7.82 – 3.91
4	<i>Thin fog</i>	1 km – 2 km	3.91 – 1.96
5	<i>Haze</i>	2 km – 4 km	1.96 – 0.954
6	<i>Light haze</i>	4 km – 10 km	0.954 – 0.391
7	Jernih	10 km – 20 km	0.391 – 0.196
8	Sangat jernih	20 km – 50 km	0.196 – 0.078
9	<i>Exceptionally clear</i>	> 50 km	0.078
-	Udara segar	277 km	0.0141

Sumber: [McCartney, 1976]

2.3. Komposisi udara

Visibilitas sangat tergantung pada tipe, distribusi ukuran serta jumlah atom, molekul atau partikel pembentuknya. Sebagai contoh, molekul udara radiusnya berukuran 10^{-4} μm dan memiliki konsentrasi kurang lebih 10^{19} per cm^{-3} . Selanjutnya untuk tipe lain dapat dilihat dalam tabel 1.2.

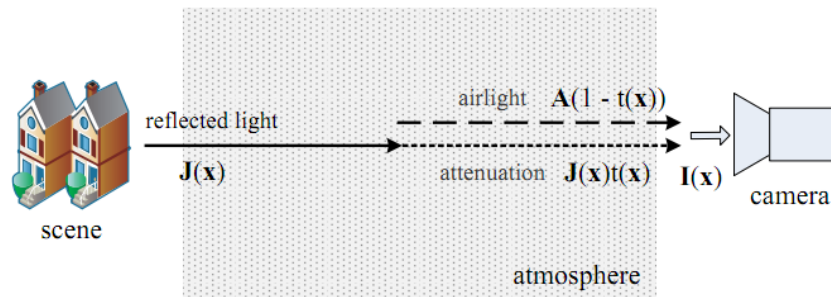
Tabel 1.2 Partikel yang bertanggung jawab untuk *scattering* atmosfer

Type	Radius (μm)	Konsentrasi (cm^{-3})
Molekul udara	10^{-4}	10^{19}
Inti Aitken	$10^{-3} - 10^{-2}$	$10^4 - 10^2$
Partikel <i>Haze</i>	$10^{-2} - 1$	$10^3 - 10$
<i>Fog droplet</i>	$1 - 10$	$100 - 10$
<i>Cloud droplet</i>	$1 - 10$	$300 - 10$
Air hujan	$10^2 - 10^4$	$10^{-2} - 10^{-5}$

Sumber: [McCartney, 1976]

2.4. *Scattering* di udara

Model *scattering* di udara, diperlihatkan dalam gambar 2.2 berikut ini. Dimana, dalam gambar tersebut, *scene* $\mathbf{J}(\mathbf{x})$ adalah obyek yang di *capture*. Kemudian melalui media atmosfer, di terima oleh kamera. Sebagai $\mathbf{I}(\mathbf{x})$ dengan tambahan *attenuation* dan *airlight*. Sehingga yang di inginkan adalah memperoleh informasi $\mathbf{J}(\mathbf{x})$ di sisi kamera.



Gambar 2.2. Model *scattering* udara
Sumber : McCartney, 1976

2.5. Model matematis *scattering*

Untuk menggambarkan pembentukan citra berkabut, model hamburan atmosfer (McCartney pada tahun 1976), secara luas digunakan dalam visi komputer dan pengolahan citra. Selanjutnya (Narasimhan dan Nayar 2000,2002) mengajukan model berikutnya, dan model itu dapat dinyatakan sebagai berikut:

$$\mathbf{I}_{(x)} = \mathbf{J}_{(x)} t_{(x)} + \mathbf{A}(1 - t_{(x)}) \quad (2.1)$$

$$t_{(x)} = e^{-\beta d(x)} \quad (2.2)$$

di mana x adalah posisi piksel dalam citra, I adalah gambar berkabut, J adalah *scene radiance* yang mewakili citra bebas kabut, A adalah cahaya atmosfer, t adalah media transmisi, β adalah koefisien hamburan dari atmosfer dan d adalah kedalaman *scene*. I , J dan A adalah semua vektor tiga dimensi dalam ruang RGB. Karena I diketahui, tujuan menghilangkan *haze* adalah untuk memperkirakan A dan t , kemudian mengembalikan J menurut persamaan (1).

Kedalaman *scene* d adalah informasi yang paling penting. Karena hamburan koefisien β dapat dianggap sebagai konstan dalam kondisi atmosfer homogen, media t transmisi dapat diperkirakan dengan mudah sesuai dengan persamaan (2) jika kedalaman *scene* diberikan. Selain itu, dalam kasus yang ideal, kisaran $d(x)$ adalah $[0, +\infty]$ obyek pemandangan yang muncul di citra bisa sangat jauh dari pengamat, sehingga:

$$I_{(x)} = A, \text{ dengan } d(x) \rightarrow \infty \quad (2.3)$$

Persamaan (3) menunjukkan bahwa intensitas piksel, yang membuat kedalaman cenderung tidak terbatas, dapat berlaku untuk nilai atmosfer cahaya A . Jika $d(x)$ cukup besar, $t_{(x)}$ cenderung sangat kecil menurut persamaan (2), dan $I_{(x)}$ mendekati sama dengan A . Oleh karena itu, dapat diperkirakan A dengan persamaan berikut, dengan batasan $d_{threshold}$:

$$I_{(x)} = A, \text{ dengan } d_{(x)} \geq d_{threshold} \quad (2.4)$$

Dalam kebanyakan kasus, citra berkabut yang diambil di luar ruangan memiliki pandangan jauh yang memiliki jarak berkilometer jauhnya dari pengamat. Dengan kata lain, piksel milik daerah yang terlihat jauh pada citra harus memiliki kedalaman $d_{threshold}$ yang sangat besar. Dengan asumsi bahwa setiap gambar berkabut memiliki jarak pandang yang jauh, diperoleh persamaan:

$$d_{(x)} \geq d_{threshold}, \text{ dengan } x \in \{x/\forall y : d(y) \leq d(x)\} \quad (2.5)$$

berdasarkan asumsi ini, cahaya atmosfer diberikan oleh A :

$$A = I_{(x)}, \text{ dengan } x \in \{x/\forall y : d(y) \leq d(x)\} \quad (2.6)$$

2.6. Studi Kasus

Berdasarkan letak geografisnya, gunung kelud berada pada $7^{\circ}56' 00''$ Lintang Selatan dan $112^{\circ} 18' 30''$ Bujur Timur. Secara administrasi, gunung kelud

termasuk dalam wilayah Kab. Kediri, Kab. Blitar dan Kab. Malang, di Propinsi Jawa Timur. Gunung kelud memiliki ketinggian puncak 1731 m dpl, dengan ketinggian danau kawah pada 1113,9 m dpl. Gunung kelud termasuk tipe strato yang diklasifikasikan sebagai gunung api aktif tipe A bersifat freato magmatik sampai magmatik., dengan letak pos pengamatan pada desa margomulyo, kecamatan wates, Kediri pada posisi geografi 08° 55' 40,14" Lintang Selatan dan 112° 14' 45,48" Bujur Timur dengan ketinggian 675 m dpl.

Berdasarkan karakter letusan, secara garis besar terdapat tiga macam, yaitu

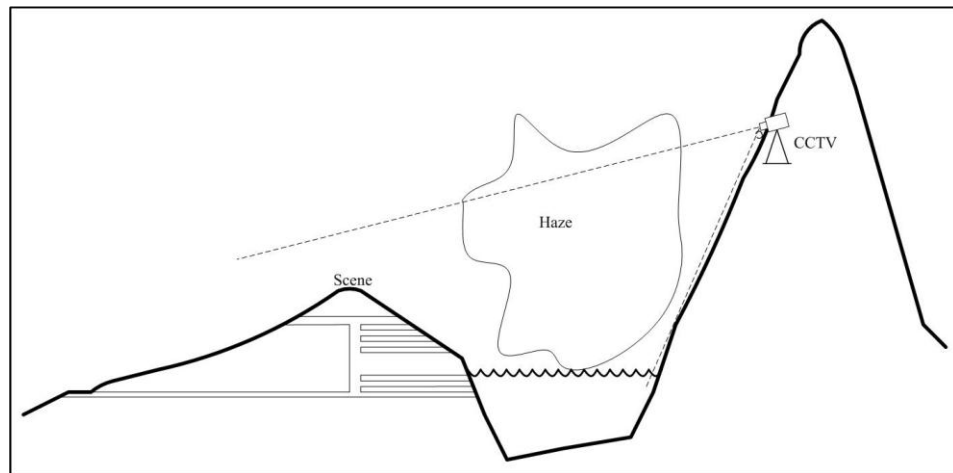
1. Letusan semi magmatik merupakan letusan freatik yang terjadi akibat penguapan air danau kawah yang merembes melalui rekahan pada dasar kawah yang secara serentak kemudian dihembuskan ke atas permukaan. Jenis letusan ini umumnya mengawali aktivitas gunung Kelud terutama memicu terjadinya letusan magmatik.
2. Letusan magmatik merupakan letusan yang menghasilkan rempah-rempah gunungapi baru berupa lava, jatuhan piroklastik, dan aliran piroklastik. Letusan magmatik yang terjadi umumnya bersifat eksplosif yang dipengaruhi penambahan kandungan gas vulkanik disertai meningkatnya energi letusan terutama energi panas.
3. Erupsi efusif, magma mengalir ke permukaan, dapat membentuk kubah lava atau mengalir ke lereng.

Secara geologi, G. Kelud (1731 m) merupakan produk dari proses tumbukan antara lempeng Indo-Australia yang menunjam ke bawah lempeng Asia tepatnya di sebelah selatan Jawa. Sebagai gunung api muda yang tumbuh pada zaman Kwartir Muda (Holosen), G.Kelud merupakan salah satu gunung api dalam deretan gunung api yang tumbuh dan berkembang di dalam Sub Zona Blitar dari Zona Solo, yang dimulai dari daerah bagian selatan Jawa bagian tengah (G.Lawu) hingga Jawa bagian timur (G.Raung), yang dibatasi gawir sesar Pegunungan Selatan. Perkembangan gunungapi muda ini sangat terbatas, hal ini nampak dari kerucut gunungapi yang rendah, puncak tidak teratur, tajam dan terjal. Keadaan puncak – puncak tersebut disebabkan oleh sifat letusannya yang sangat merusak (eksplosif) yang disertai dengan pertumbuhan sumbat-sumbat lava seperti puncak Sumbing, Gajahmungkur dan puncak Kelud (Nakashima 2016 dan Nandaka 2015).

Secara morfologi, Gunung Api Kelud ditandai oleh keberadaan beberapa bekas kawah yang tumpang tindih berbentuk tapal kuda di bagian tertentu. Hal ini mencirikan bahwa telah terjadi erupsi secara berulang dan bersifat eksplosif. Telah teridentifikasi sebuah danau kawah pada ketinggian + 1.200 m yang terbuka ke arah barat, dan diyakini sebagai bekas kaldera letusan yang telah terisi air, serta teramati masih menunjukkan aktivitas vulkanisme. Danau kawah tersebut dikelilingi oleh kubah-kubah lava seperti gunung lirang, gunung sumbing, gunung kelud, dan gunung gajah mungkur. Gunung kelud dapat dibedakan menjadi 4 satuan morfologi (Nandaka, 2015) yaitu : 1. Satuan morfologi puncak dan kawah yang mempunyai ketinggian diatas 1000 m dpl tersusun oleh aliran lava, kubah lava, dan batuan piroklastik; bentuk morfologi tidak teratur, bukit – bukit kecil dengan tebing curam dengan kemiringan lereng lebih besar dari 40°, serta pola aliran yang ada pada satuan morfologi ini adalah pola aliran radial; 2. Satuan morfologi tubuh gunung api terletak pada ketinggian antara 600 – 1000 m dpl, tersusun atas batuan piroklastik aliran, jatuhan dan endapan lahar. Kemiringan lereng antara (5 – 20)°, serta pola aliran yang berkembang adalah pola radial – paralel.; 3. Satuan morfologi kerucut samping yang terdiri dari bukit Umbuk (1014 m) di sebelah barat daya, bukit Pisang (865 m) di sebelah selatan dan bukit Kramasan (944 m) disebelah tenggara lereng G.Kelud. Satuan ini tersusun oleh aliran lava, piroklastik aliran dan kubah lava. Satuan morfologi ini mempunyai kemiringan lereng lebih besar dari 20°.; 4. Satuan morfologi kaki dan dataran dengan ketinggian kurang dari 600 m dpl, kemiringan lereng kurang dari 5° dan pola alirannya parallel – braided, litologi penyusunnya terdiri dari endapan lahar dan piroklastik jatuhan. (Nakashima dkk., 2016).

Berdasarkan struktur kimia gas yang dikeluarkan gunung kelud terdiri dari : Karbon monoksida (CO), Karbon dioksida (CO₂), Hidrogen Sulfide (H₂S), Sulfur dioksida (SO₂), dan Nitrogen (NO₂)(Nakashima dkk., 2016).

2.7. Letak Kamera



Gambar 2.3. Posisi peletakan kamera CCTV
Sumber : BMKG gunung kelud

Pada gambar 2.3 diperlihatkan posisi CCTV untuk mengamati kegiatan pada danau kawah gunung kelud.

2.8. Citra digital tunggal danau kawah gunung kelud

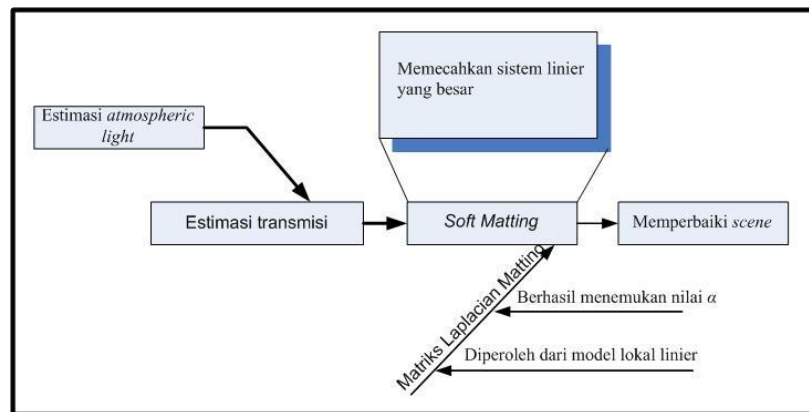
Pada gambar berikut ini, diperlihatkan hasil citra digital yang di *capture* oleh BMKG gunung kelud. Berurutan dari kiri, diperlihatkan citra bebas *haze*, berangsur-angsur ke kanan *haze* tampak makin tebal. Citra ini di *capture* menggunakan kamera *Closed Circuit TV* (CCTV) model Axis Q1755-E dengan resolusi 1280x720 dengan pembesaran secara optis 10x dan pembesaran digital 12x, total *zoom* 120x. Serta pengambilan citra digital dilakukan setiap 10 menit sepanjang hari. Sehingga diperoleh kurang lebih 108 citra, untuk pengambilan sehari, sejak pukul 07.00 wib hingga 15.00 wib. Ukuran citra digital tunggal yang dihasilkan adalah 800 x 450 piksel, dengan format jpeg. Seperti diperlihatkan dalam gambar 2.4.



Gambar 2.4. Hasil citra tunggal danau kawah gunung kelud
Sumber : BMKG gunung kelud

2.9. Dark channel prior

Pendekatan *dark channel prior* dilakukan berdasarkan statistik citra bebas haze untuk luar ruangan. Asumsi yang melatarbelakangi adalah kenyataan bahwa pada sebagian besar daerah lokal yang tidak mengandung langit, sebagian besar memiliki piksel (disebut piksel gelap) yang memiliki intensitas rendah dalam salah satu warna dari warna RGB. Pada citra mengandung *haze*, intensitas piksel gelap ini pada umumnya disebabkan oleh *airlight*. Karena itu, piksel gelap ini secara langsung dapat memberikan estimasi yang tepat dari transmisi *haze*. Untuk meningkatkan kualitas peta transmisi yang dihasilkan, maka dikembangkan metode interpolasi berupa *soft matting* (He dkk., 2009). Ditunjukkan dalam gambar 2.5 diagram blok *dark channel prior* sebagai berikut :



Gambar 2.5. Diagram blok *dark channel prior*
 Sumber : He dkk., 2009

2.10. Model matematis *dark channel prior*

$$\min_{c \in \{r, g, b\}} \left(\min_{x' \in \Omega(x)} J^c(x') \right) \approx 0 \quad (2.7)$$

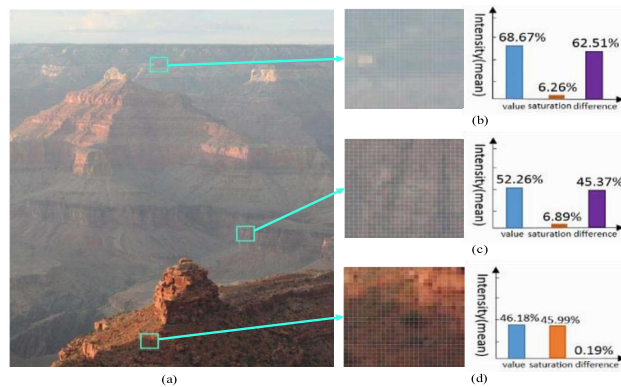
Dimana, J^c merupakan skalar, operator “ $\min_{c \in \{r, g, b\}}$ ” diberlakukan untuk setiap piksel, operator “ $\min_{x' \in \Omega(x)}$ ” adalah *filter* minimum.

2.11. Metode Berbasis Perbedaan Warna

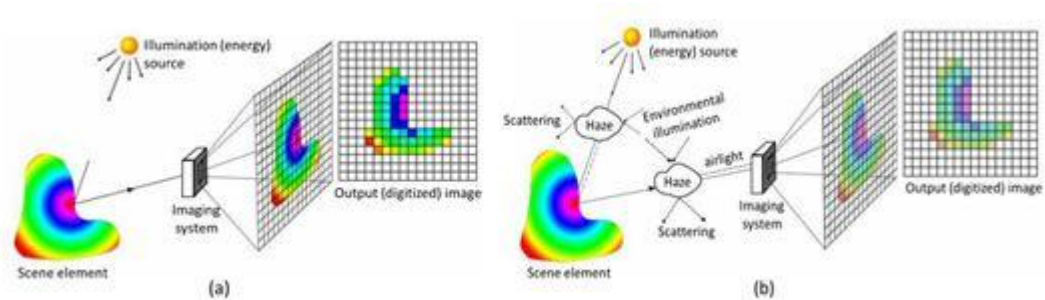
Suatu teknik untuk mendeteksi atau menghilangkan kabut dari suatu gambar. Dengan ditemukan adanya kecerahan dan kekuatan warna (saturasi) dalam suatu gambar kabur. Di mana fenomena atmosfer kabut, asap, debu dan

partikel kering lainnya mengaburkan kejelasan objek pemandangan. pencahayaan lingkungan cenderung keruh dan *airlight* putih terbentuk. Ternyata gambar yang diambil dalam cuaca buruk lebih terang dan warna objek pemandangan memudar dalam derajat yang berbeda. Kecerahan piksel dalam gambar yang kabur menjadi jauh lebih tinggi dari dalam *scene* nyata, dan saturasi piksel ini cukup rendah. kabut berkorelasi positif dengan perbedaan antara kecerahan dan saturasi. (Qingsong Zhu, 2015)

Gambar 2.6 memberikan contoh dengan pemandangan alam untuk menunjukkan bagaimana kecerahan dan saturasi piksel bervariasi dalam gambar kabur. (A) Sebuah gambar yang kabur. (B) *Patch* di perbesar dari wilayah padat-kabut dan histogramnya. (C) *Patch* diperbesar dari wilayah cukup kabur dan histogramnya. (D) *Patch* diperbesar dari wilayah kabut-bebas dan histogramnya. Seperti diilustrasikan dalam Gambar 2 (d), di wilayah kabut-bebas, kejenuhan adegan cukup tinggi, kecerahan moderat dan perbedaan antara kecerahan dan saturasi mendekati nol. Tetapi diamati dari Gambar 2 (c) bahwa kejenuhan *patch* menurun tajam sementara warna adegan memudar di bawah pengaruh dari kabut, dan meningkat kecerahan pada saat yang sama menghasilkan nilai yang tinggi dari perbedaan. Selanjutnya, Gambar 2 (b) menunjukkan bahwa di daerah padat-kabut, itu lebih sulit bagi kita untuk mengenali warna yang melekat dari tempat kejadian, dan perbedaan bahkan lebih tinggi dari itu pada Gambar 2 (c). Tampaknya bahwa tiga sifat (kecerahan, saturasi dan perbedaan) cenderung bervariasi secara teratur dalam gambar kabur tunggal menurut pengamatan ini.



Gambar 2.6. Pemandangan Alam (Qingsong Zhu, 2015)

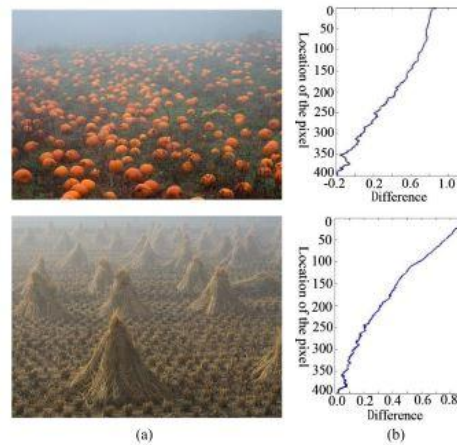


Gambar 2.7. Proses Kondisi Cuaca Berbeda (Qingsong Zhu, 2015)

Pada gambar 2.7 Proses pencitraan bawah kondisi cuaca yang berbeda.

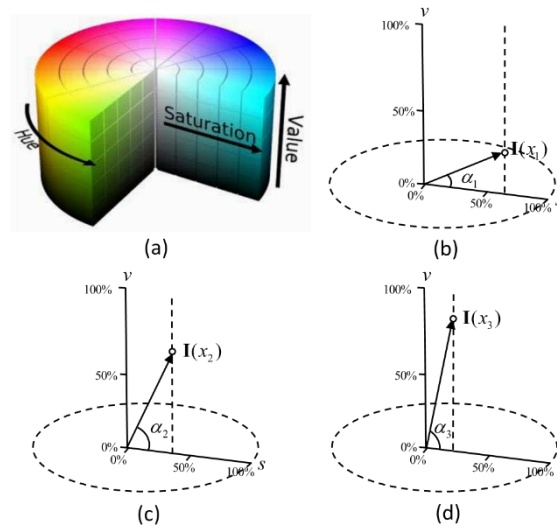
(a) Proses pencitraan dalam cuaca cerah. (b) Proses pencitraan dalam cuaca berkabut. Gambar 9 menggambarkan proses pencitraan. Dalam kondisi kabut bebas, unsur *scene* ulang yang berasal dari sumber penerangan (misalnya, sinar matahari langsung, *skylight* menyebar dan cahaya tercermin oleh tanah), dan sedikit energi yang hilang saat mencapai sistem pencitraan. Sistem pencitraan mengumpulkan kembali energi yang masuk tercermin dari adegan elemen dan berfokus itu ke bidang gambar. Tanpa dipengaruhi dari kabut, gambar luar biasanya dengan warna hidup (lihat Gambar 2.7 (a)). Dalam cuaca berkabut, sebaliknya, situasi menjadi lebih kompleks (lihat Gambar 2.7 (b)). Ada dua

mekanisme (redaman langsung dan *airlight*) dalam pencitraan bawah cuaca berkabut.



Gambar 2.8. Perbedaan Kecerahan dan saturasi (Qingsong Zhu, 2015)

Perbedaan antara kecerahan dan saturasi meningkat bersama dengan konsentrasi kabut. (a) Sebuah gambar yang kabur. (b) Perbedaan antara kecerahan dan saturasi.



Gambar 2.9 Hue Saturation Value (Qingsong Zhu, 2015)

Deskripsi geometris pelemahan warna sebelumnya. (a) HSV model warna. (b) dekat kondisi adegan mendalam. (c) Kondisi moderat jauh. (d) Kondisi adegan kedalaman yang jauh.

HSV mendefinisikan warna dalam terminologi *Hue*, *Saturation Value*. Keuntungan HSV adalah terdapat warna-warna yang sama dengan yang ditangkap oleh indra manusia. Sedangkan warna yang dibentuk model lain seperti RGB merupakan hasil campuran dari warna-warna primer, HSV memiliki 3 karakteristik pokok, yaitu *Hue*, *Saturation* dan *Value*. Yaitu *Hue* menyatakan warna sebenarnya, seperti merah, violet, dan kuning dan digunakan menentukan kemerahan (*redness*), kehijauan (*greeness*), dsb. *Saturation* kadang disebut *chroma*, adalah kemurnian atau kekuatan warna. *Value* kecerahan dari warna. Nilainya berkisar antara 0-100 %. Apabila nilainya 0 maka warnanya akan menjadi hitam, semakin besar nilai maka semakin cerah dan muncul variasi-variasi baru dari warna tersebut. (Putra, 2010)

Dalam teknik ini kecerahan dan kekuatan warna akan dilemahkan tanpa mempengaruhi dari kabut. Dari sisi lain redaman atau pelemahan langsung disebabkan oleh penurunan energi yang menyebabkan intensitas kecerahan rendah. Ini menunjukkan bahwa intensitas dalam gambar akan menurun dibawah pengaruh pelemahan langsung.

2.12. Model matematis berbasis perbedaan warna

Disebabkan adanya *airlight*, maka bila kecerahan meningkat maka saturasi menurun. Kondisi ini memungkinkan perbedaan kecerahan dan saturasi untuk meng-estimasi konsentrasi *haze*. Karena konsentrasi *haze* meningkat seiring dengan perubahan kedalaman *scene*, maka hubungan ini dapat di modelkan sebagai berikut : (Zhu dkk., 2015)

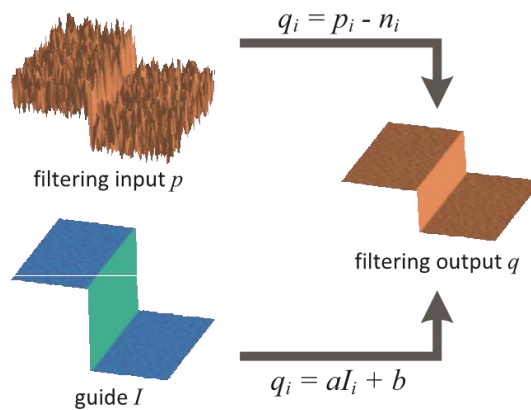
$$d(x) = \theta_0 + \theta_1 v(x) + \theta_2 s(x) + \varepsilon(x) \quad (2.8)$$

dengan x posisi piksel dalam citra, d adalah kedalaman *scene*, v adalah kecerahan, s merupakan saturasi, θ_0 , θ_1 , θ_2 adalah koefisien linier yang tidak diketahui, $\varepsilon(x)$

variabel random untuk menunjukkan *error* acak model dan dapat dianggap sebagai citra acak.

2.13. Guided Image Filter

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



Gambar 2.10 *Guided Image Filter* (He, 2013)

Menurut (He, 2013), Menurut Kaiming He, *Guided Image Filter* diawali dengan mendefinisikan proses *filtering translation-variant* linier, yang melibatkan *guidance image* (gambar bimbingan) I , citra *input filtering* p , dan citra *output* q .

Baik I dan p sudah ditentukan sebelumnya sesuai dengan aplikasinya, dan keduanya boleh identik. *Output filtering* pada pixel i dinyatakan sebagai pembebanan rata-rata:

$$3. \quad \mathbf{q}_i = \sum_j \mathbf{W}_{ij}(\mathbf{I}) \mathbf{p}_j \quad (2.9)$$

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

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

$$4. \quad \mathbf{q}_i = \mathbf{a}_k \mathbf{I}_i + \mathbf{b}_k, \forall_i \in \omega_k \quad (2.10)$$

Dimana $(\mathbf{a}_k, \mathbf{b}_k)$ merupakan koefisien linier yang diasumsikan memiliki nilai konstan pada ω_k . *Window* yang digunakan adalah *window* persegi dengan radius r . model *local linear* ini memastikan bahwa q memiliki tepi hanya jika I memiliki tepi, karena $\nabla_q \propto \nabla I$. Model ini sudah diakui sangat berguna pada *dehazing* (He, 2009).

Dalam menentukan koefisien linier $(\mathbf{a}_k, \mathbf{b}_k)$, diperlukan batasan dari *filter* keluaran q . Keluaran q dimodelkan sebagai *input* p untuk mengurangi beberapa komponen n yang tidak diinginkan seperti *noise/texture*:

$$\mathbf{q}_i = \mathbf{p}_i - \mathbf{n}_i \quad (2.11)$$

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

$$E(\mathbf{a}_k, \mathbf{b}_k) = \sum_{i \in \omega_k} ((\mathbf{a}_k I_i + \mathbf{b}_k - \mathbf{p}_i)^2 + \epsilon \mathbf{a}_k^2) \quad (2.12)$$

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

$$\mathbf{a}_k = \frac{\frac{1}{|\omega|} \sum_{i \in \omega_k} I_i p_i - \mu_k \bar{p}_k}{\sigma_k^2 + \epsilon} \quad (2.13)$$

$$\mathbf{b}_k = \bar{p}_k - \mathbf{a}_k \mu_k \quad (2.14)$$

Setelah menghitung $(\mathbf{a}_k, \mathbf{b}_k)$ untuk semua jendela ω_k pada citra, kemudian kita menghitung *filtering output* menggunakan persamaan:

$$\mathbf{q}_i = \frac{1}{|\omega|} \sum_{k|i \in \omega_k} (\mathbf{a}_k I_i + \mathbf{b}_k) \quad (2.15)$$

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

$$\mathbf{q}_i = \bar{\mathbf{a}}_i I_i + \bar{\mathbf{b}}_i \quad (2.16)$$

Persamaan 2.8, 2.9, dan 2.11 merupakan definisi dari *Guided Image filter*. *Pseudocode* dari persamaan tersebut terdapat dalam algoritma 1. Pada algoritma ini, f_{mean} merupakan *mean filter* dengan radius *window* r . dengan *abbreviations of correlation* (*corr*), *variance* (*var*), dan *covariance* (*cov*) mengindikasikan makna *intuitive* dari variabel tersebut.

Algoritma 1. *Guided Image filter*.

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

Keluaran: *filtering output* q .

- 1: $mean_1 = f_{mean}(I)$
 $mean_p = f_{mean}(p)$
 $corr_1 = f_{mean}(I.*I)$
 $corr_{I_p} = f_{mean}(I.*p)$
- 2: $var_I = corr_I - mean_I.*mean_I$
 $cov_{I_p} = corr_{I_p} - mean_I.*mean_p$
- 3: $a = cov_{I_p} / (var_I + \epsilon)$
 $b = mean_p - a.*mean_I$
- 4: $mean_a = f_{mean}(a)$
 $mean_b = f_{mean}(b)$
- 5: $q = mean_a.*I + mean_b$

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

2.14. *Fast Guided Filter*

Adalah metode turunan dari *guided image filter* yang menghitung hasil *filter* dengan mempertimbangkan konten gambar penuntun. Tetapi metode ini mempunyai kecepatan 10x lebih cepat dan memiliki kualitas yang bagus dan mudah untuk di implementasikannya. Dengan keunggulan kecepatannya kami berharap percepatan ini akan meningkatkan kinerja aplikasi saat ini. Ini adalah algoritma *Fast Guided Filter* dari (Kaiming He J. S., 2015)

Fast Guided Filter Menunjukkan citra panduan, memfokuskan gambar masukan, dan memformulasikan citra keluaran seperti I, p dan q masing-masing. Pemandu yang dipandu didorong oleh model linier lokal:

$$q_i = a_k I_i + b_k, \quad i \in \omega_k \quad (2.17)$$

Dimana i adalah indeks dari sebuah pixel, dan k adalah indeks dari sebuah window ω dengan radius r . Mengingat gambar masukan penyaringan p , meminimalkan kesalahan rekonstruksi antara p dan q memberikan:

$$a_k = \frac{\frac{1}{|\omega|} \sum_{i \in \omega_k} I_i p_i - \mu_k \bar{p}_k}{\sigma_k^2 + \epsilon} \quad (2.18)$$

$$b_k = \bar{p}_k - a_k \mu_k \quad (2.19)$$

Dimana μ_k dan σ_k adalah mean dan varians dari i di window k , dan merupakan parameter regularisasi yang mengendalikan tingkat kehalusan. Output penyaringan dihitung dengan:

$$q_i = a_i^- I_i + b_i^- \quad (2.20)$$

Dimana a_i^- dan b_i^- adalah rata-rata a dan b masing-masing pada window ω_i berpusat di i . Perhitungan utama adalah serangkaian *box filters*.

Algoritma 2. *Fast Guided Image filter*

1. $I' = f_{\text{subsample}}(I, s)$
 $P' = f_{\text{subsample}}(P, s)$
 $r' = r/s$
2. $mean_1 = f_{\text{mean}}(I', r')$
 $mean_p = f_{\text{mean}}(P', r')$
 $corr_1 = f_{\text{mean}}(I' \cdot I', r')$
 $corr_{I_p} = f_{\text{mean}}(I' \cdot P', r')$
3. $var_1 = corr_1 - mean_1 \cdot mean_1$
 $cov_{I_p} = corr_{I_p} - mean_1 \cdot mean_p$
4. $a = cov_{I_p} / (var_1 + \epsilon)$
 $b = mean_p - a \cdot mean_1$
5. $mean_a = f_{\text{mean}}(a, r')$

$$mean_b = f_{mean}(b, r')$$

6. $mean_a = f_{upsample}(mean_a, s)$

$$mean_b = f_{upsample}(mean_b, s)$$

7. $q = mean_a .* I + mean_b$

Algoritma *Fast Guided Filter* diatas sama dengan algoritma *Guided Filter* tetapi algoritma ini ada penambahan proses yang digunakan untuk mempercepat ketajaman dengan resolusi yang telah di tentukan. Keunggulan utama dari *Fast Guided Filter* ini kecepatan waktunya yang sangat cepat di bandingkan dengan GF. Menurut (Kaiming He J. S., 2015) telah melakukan percobaan kecepatan 10x lebih di bandingkan dengan *Guided Filter* dan hasilnya lebih tajam atau lebih cerah.

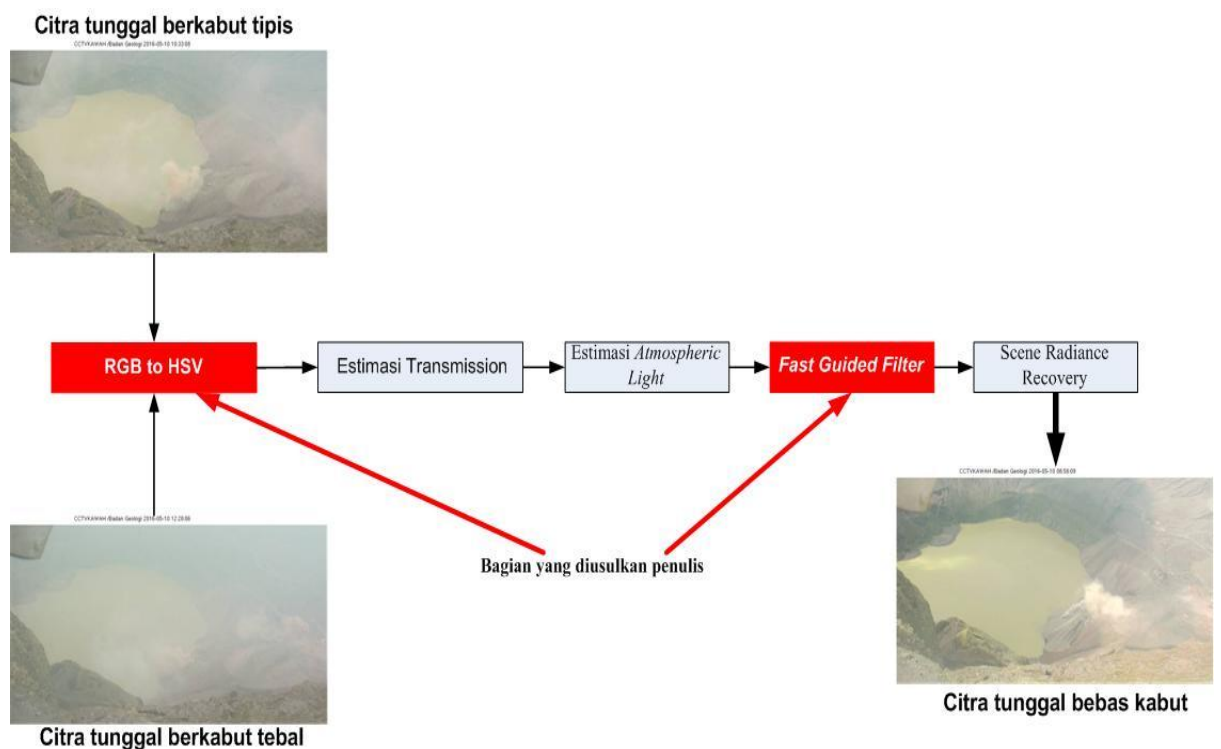
BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Metoda Yang Diusulkan

Penelitian yang peneliti usulkan, pada prinsipnya ada empat bagian yaitu bagian Pra-Proses dalam hal ini adalah identifikasi parameter *Balanced Scorecard*, penentuan formula masing-masing parameter dan validasi.

3.2. Tahapan Penelitian

Tahapan dari penelitian ini digambarkan pada gambar 3.1.



Gambar 3.1. Usulan Penelitian

Bagian yang di usulkan dalam penelitian ini adalah blok yang ditunjukkan oleh panah berwarna merah. Pada blok *RGB to HSV*, digunakan untuk menentukan kedalaman *scene* berdasarkan perbedaan warna untuk menunjukkan kecerahan dan saturasi. Sedangkan pada blok *Fast guided filter* digunakan untuk meningkatkan kecepatan proses, serta tetap menjaga *edge-preserving* dari informasi yang diinginkan.

3.2 *Pre Processing*

Pada tahapan *Pre-Processing* merupakan tahapan awal dalam mengolah citra masukan sebelum memasuki proses tahapan utama dari metode berbasis perbedaan warna. Adapun tahapan *pre-processing* yang dilakukan pada penelitian ini adalah *resize* ukuran gambar. *Resize* ukuran ini adalah pemotongan atau *cropping* gambar pada objek yaitu gunung kelud. Data yang diperoleh dari BMKG memiliki ukuran yang sangat besar yaitu 1024×576 sehingga pemrosesan membutuhkan waktu yang sangat lama maka dari itu dilakukan *resize* gambar atau pemotongan gambar dengan ukuran 800×400 kemudian gambar di jadikan objek pemrosesan.

Pre Processing selanjutnya Untuk mempermudah proses dan membedakan ketebalan kabut pada citra data kawah Gunung Kelud yang telah diperoleh, maka perlu membagi semua data citra menjadi 3 kelompok dan disimpan dalam folder yang berbeda. Data citra kawah Gunung Kelud dibagi menjadi 3 kelompok, tergantung dari tingkat ketebalan kabut. Yaitu citra berkabut tipis, citra berkabut sedang, dan citra berkabut tebal.

3.3. Konversi RGB(red, green, blue) ke HSV (hue, saturation, value)

Proses disini akan memproses suatu citra atau gambar yang berupa hasil dari input yang berupa *noise*. Dalam penelitian ini *noise* (gangguan) dapat disebut kabut dari input tersebut, citra tersebut awalnya berupa model warna RGB (*Red Green Blue*). Kemudian dalam proses ini akan dirubah menjadi HSV (*Hue Saturation Value*) yaitu warna dari citra tersebut akan diredam menggunakan model warna HSV sehingga tingkat kecerahan citra tersebut akan melemah dan warnanya akan berubah. Berikut *Source Code* RGB ke HSV:

```
% RGB ke HSV
if nargin < 2 %(2 variabel I dan r)
    r = 15;
end
%nargin tidak boleh kurang dr 2
hsvI = rgb2hsv(I);
s = hsvI(:, :, 2);
v = hsvI(:, :, 3);
% s = nilai g dari rgb hsv
% v = nilai b dari rgb hsv
```

Gambar 3.2 Mengubah RGB ke HSV

3.4 Estimasi *Transmisi Map*

Proses ini melanjutkan hasil dari proses RGB ke HSV setelah proses HSV di dapat maka selanjutnya cita akan ditransmisikan setiap *pixel* digunakan untuk menangkap tepi citra yang terputus. Dan proses ini bertujuan untuk menghaluskan suatu citra tersebut. Berikut *source code* proses *Transmission Map*.

```
TransmissionMap = exp(-beta*refine_dephmap);
tP = exp(-beta*dP);

axes(handles.axes4) ;
imshow([tP TransmissionMap]);
imwrite(tP, 'hasilgui/tP.png');
imwrite(TransmissionMap, 'hasilgui/Transmisi.png');
set(handles.axes4, 'HandleVisibility', 'ON') ;
set(handles.axes4, 'XTickLabel', '', 'YTickLabel', '');
```

Gambar 3.3 Proses *Transmission Map*

3.5. Estimasi *Airlight*

Dalam proses ini bertujuan untuk menemukan titik terang dari gambar asli dan memilih nilai *pixel* sebagai warna cahaya atmosfer. Dapat diketahui bahwa cahaya ini cahaya yang digunakan untuk memperterang suatu gambar atau citra sehingga gambar tampak lebih halus dan cerah. Dan *noise* (gangguan) tampak hilang atau berbeda dengan input gambar awal.

```
function [A,ix] = proses3(img, Jdark, isShowImg)

if nargin < 3 % 3 Variabel img, jdark dan Isshowwing
    isShowImg = 1;
end

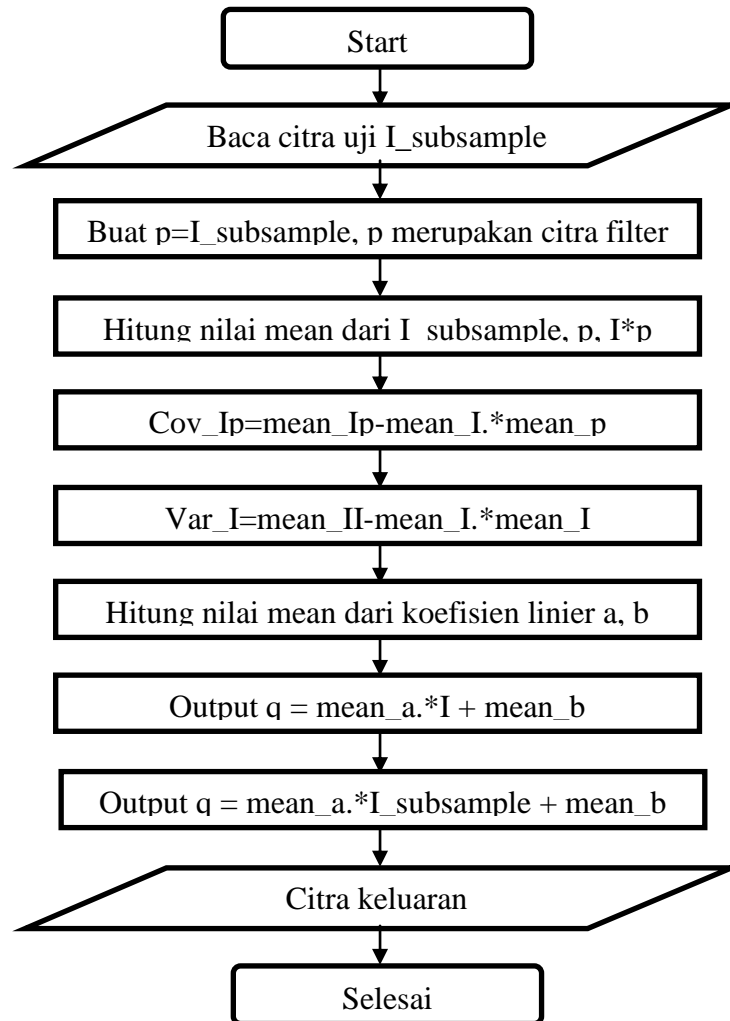
% Estimate Airlight
[panjang,lebar,c] = size(img);
if isinteger(img)
    img = double(img)/255;
end
```

Gambar 3.4 Menampilkan Proses *Estimasi Airlight*

3.6. *Filtering menggunakan Fast Guided Filter*

FGF disini metode turunan dari GF (*Guided Filter*) tujuan utama implementasi FGF ini untuk mempercepat ketajaman dengan resolusi yang telah di tentukan. Keunggulan utama dari *Fast Guided Filter* ini kecepatan

waktunya yang sangat cepat di bandingkan dengan GF. Perbedaan yang sangat menonjol pada Fast Guided Filter ini yaitu penambahan variable s adalah subsampling ratio: s (try $s = r/4$ to $s=r$) yang bertujuan untuk mempercepat pemrosesan suatu gambar berikut *source code function fast guided filter*. *Flowchart* dari proses *filter* menggunakan *Fast guided image filter* dalam gambar 3.5 dapat dijelaskan sebagai berikut:



Gambar 3.5 *Flowchart Fast Guided Filter*

Flowchart dari proses *filter* menggunakan *Fast guided image filter* dalam gambar 3.8 dapat dijelaskan sebagai berikut:

- Langkah pertama dalam operasi *fast guided image filtering* adalah inisialisasi parameter. Parameter meliputi parameter subsample, regularisasi, epsilon (epsilon standar = 0.1), luas citra, lebar citra dan nilai ambang yang telah ditetapkan. Nilai ambang yang telah ditetapkan adalah

$0.0003 = 0,1 * 0,003$. Setelah inisialisasi, citra W putih terbentuk dengan ukuran yang sama dengan citra masukan.

- Baca citra uji, kita beri nama $I_{\text{subsample}}$, citra ini akan berfungsi sebagai citra *fast guided*.
- Buat $p=I_{\text{subsample}}$, dimana p merupakan citra *filter* yang juga dalam format *grayscale*.
- Hitung nilai *mean* dari I , p , $I*p$.
- Hitung nilai *covariance* dari (I, p) menggunakan formula: $\text{cov}_{Ip} = \text{mean}_{Ip} - \text{mean}_I .* \text{mean}_p$;
- Hitung nilai *mean* dari $(I*I)$ dan gunakan nilainya untuk menghitung nilai *covariance* menggunakan formula: $\text{var}_I = \text{mean}_{II} - \text{mean}_I .* \text{mean}_I$.
- Kemudian hitung nilai dari a, b yang merupakan koefisien linier.
- Kemudian hitung nilai *mean* dari a dan b .
- Kemudian hitung nilai *mean* dari a dan b dengan $I_{\text{subsample}}$
- Terakhir akan diperoleh hasil dari proses *filter* q dengan menggunakan *mean* dari a dan b dengan formula: $q = \text{mean}_a .* I + \text{mean}_b$;

Dalam gambar 3.6, diperlihatkan fungsi untuk *Fast Guided Filter*, sebagai implementasi *flowchart* gambar 3.5.

```
function q = fastguidedfilter_color(I, p, r, eps, s)

I_sub = imresize(I, 1/s, 'nearest');
p_sub = imresize(p, 1/s, 'nearest');
r_sub = r / s;

[hei, wid] = size(p_sub);
N = boxfilter(ones(hei, wid), r_sub);
```

Gambar 3.6 Menampilkan Proses Fast Guided Filter

BAB IV HASIL PENELITIAN

Dalam melakukan hasil implementasi *Fast Guided Filter* pada metode berbasis perbedaan warna untuk menghilangkan *haze*. Dari uji coba implementasi ini maka di dapat hasil dari implementasi tersebut, serta di dapat hasil lain berupa waktu komputasi pemrosesan berbasis perbedaan warna.

4.1 Data Uji

Data uji pada penelitian ini yaitu data citra berkabut yang mempunyai beberapa kelompok antara lain Kabut tipis, Kabut Sedang dan Kabut Tebal. Dengan ukuran 800x400 pixel dan dengan resolusi yang berbeda setiap percobaan digunakan 1 data dan di uji 20 kali percobaan.

4.1.1 Kabut Tipis

Kabut Tipis ini didapat ketika cuaca pada siang hari didaerah pegunungan lebih tepatnya di Gunung Kelud. Keadaan gunung tersebut pada siang lumayan cerah sehingga hanya sebagian yang tertutup oleh kabut.



Gambar 4.1 Kabut Tipis

Gambar 4.1 merupakan citra berkabut tipis yang di peroleh dari CCTV BMKG yang akan di jadikan objek pada penelitian ini. Citra berkabut tipis akan di implementasikan pada *Fast Fuided Filter* dengan metode berbasis perbedaan warna.

4.1.2 Kabut Sedang

Kabut Sedang ini didapat ketika cuaca menjelang sore hari didaerah pegunungan lebih tepatnya di Gunung Kelud. Keadaan gunung tersebut pada menjelang sore hari mendung sehingga sebagian gunung tertutup oleh kabut.



Gambar 4.2 Kabut Sedang

Gambar 4.2 merupakan citra berkabut Sedang yang di peroleh dari CCTV BMKG yang akan di jadikan objek pada penelitian ini. Citra berkabut tipis akan di implementasikan pada *Fast Fuided Filter* dengan metode berbasis perbedaan warna.

4.1.3 Kabut Tebal

Kabut Tebal ini didapat ketika cuaca sore hari didaerah pegunungan lebih tepatnya di Gunung Kelud. Keadaan gunung tersebut pada sore hari sangat mendung atau gelap sehingga keseluruhan gunung tertutup oleh kabut yang sangat tebal.



Gambar 4.3 Kabut Tebal

Gambar 4.3 merupakan citra berkabut Tebal yang di peroleh dari CCTV BMKG yang akan di jadikan objek pada penelitian ini. Citra berkabut tebal akan di implementasikan pada *Fast Fuided Filter* dengan metode berbasis perbedaan warna

4.2 Hasil Uji Coba dan Analisa

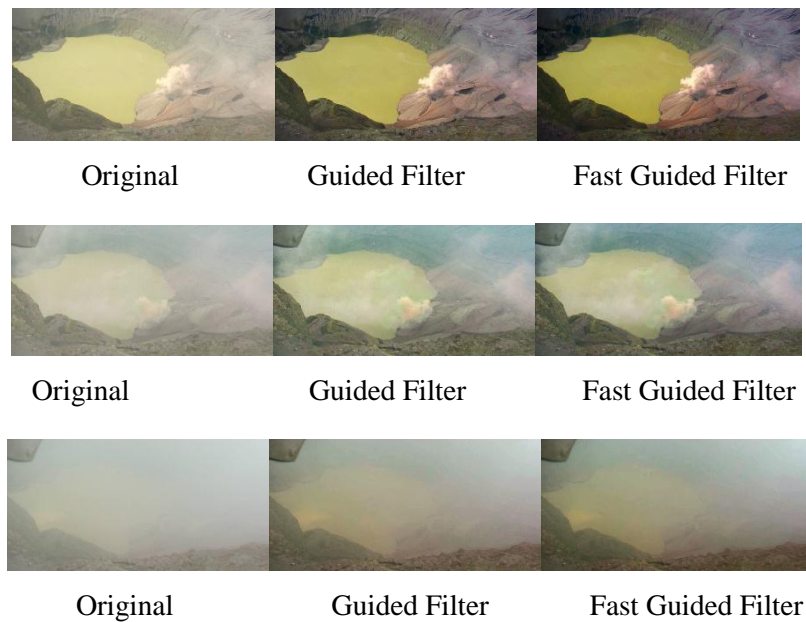
Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan pada data yang sudah disiapkan. Data yang disiapkan yaitu data gambar atau citra dari CCTV (*Closed Circuit Television*) Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika BMKG berupa kabut tipis, kabut sedang dan kabut tebal. Didapatkan hasil pengujian dari sisi waktu komputasi

4.2.1 Waktu Komputasi

Dalam pengujian atau percobaan waktu komputasi dilakukan 20 kali percobaan dalam setiap citra atau gambar. Dari percobaan 20 kali tersebut di ambil hasil rata-rata untuk dijadikan perbandingan antara *fast guided filter* dan *guided filter* dengan metode berbasis perbedaan warna. Maka di dapat hasil percobaan sebagai berikut:

Tabel 4.1 Komputasi Waktu

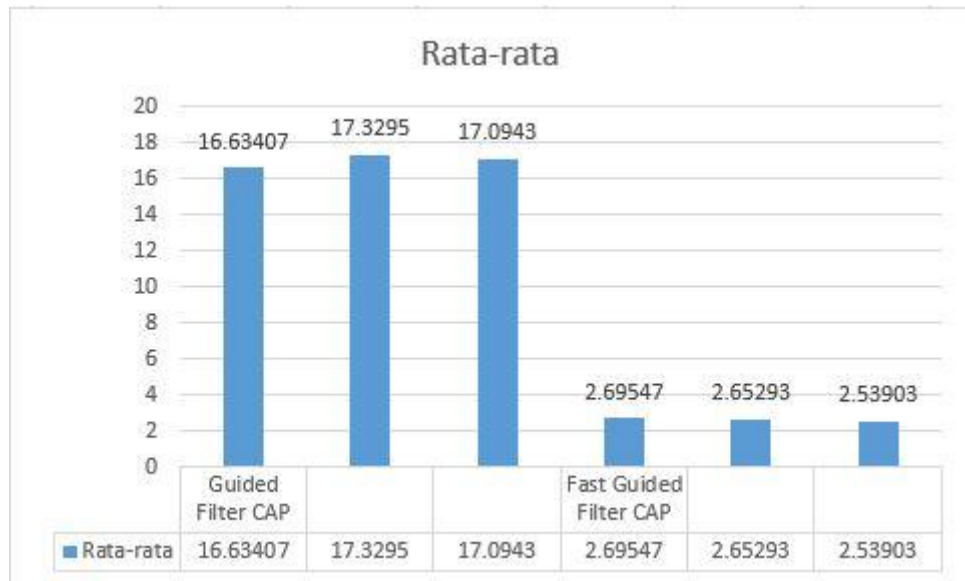
Waktu	<i>Guided Filter</i>			<i>Fast Guided Filter</i>		
	Kabut Tipis	Kabut Sedang	Kabut Tebal	Kabut Tipis	Kabut Sedang	Kabut Tebal
Percobaan 1	16.1983	18.1616	17.88	2.66126	2.77825	2.6797
Percobaan 2	16.2216	16.5248	16.8555	2.66394	2.5577	2.4908
Percobaan 3	15.9633	18.5491	16.822	2.67988	2.74225	2.45701
Percobaan 4	16.1573	18.6395	16.5313	2.64548	2.78825	2.46626
Percobaan 5	15.9835	18.6291	16.4582	2.59654	3.2352	2.48584
Percobaan 6	16.1028	18.671	18.2879	2.66	2.79451	2.73246
Percobaan 7	15.983	17.3669	18.2295	2.71556	2.61128	2.63418
Percobaan 8	16.0343	17.2828	18.1144	2.66716	2.5588	2.6404
Percobaan 9	16.0965	17.4133	18.9611	2.593	2.6078	2.72405
Percobaan 10	16.3744	16.6201	16.7186	2.6113	2.56067	2.50735
Percobaan 11	18.2814	16.6431	16.7207	2.89788	2.52395	2.54712
Percobaan 12	19.6037	16.8431	16.7083	3.26171	2.55488	2.45757
Percobaan 13	16.4346	16.9713	16.88	2.6004	2.57644	2.5071
Percobaan 14	16.7473	16.6062	16.7237	2.73167	2.57247	2.47312
Percobaan 15	16.8167	16.9118	16.5479	2.59049	2.56695	2.47708
Percobaan 16	16.6902	16.8497	16.5855	2.62655	2.55779	2.51247
Percobaan 17	16.6864	16.9975	17.0314	2.62993	2.56495	2.52645
Percobaan 18	17.044	16.6351	16.8479	2.71538	2.59954	2.4591
Percobaan 19	16.5759	16.7854	16.5452	2.64186	2.63087	2.50824
Percobaan 20	16.6861	17.4894	16.436	2.71948	2.67604	2.49431
Total	332.6813	346.591	341.885	53.9095	53.0586	50.7806
Rata-rata	16.63407	17.3295	17.0943	2.69547	2.65293	2.53903



Gambar 4.4 Hasil gambar GF dan FGF

Tabel 4.1 Menunjukkan hasil waktu komputasi dari 20 kali percobaan dengan data kabut tipis, kabut sedang dan kabut tebal. Maka di peroleh hasil kabut tipis dengan waktu rata-rata 16.63407, kabut sedang 17.3295, kabut tebal 17.0943 dengan *guided filter*. Sedangkan *fast guided filter* kabut tipis di dapat hasil yang lebih cepat yaitu 2.69547 begitu juga dengan kabut sedang 2.65293 dan kabut tebal 2.53903. Maka dapat di simpulkan ada perbedaan waktu yang signifikan antara *guided filter* dan *fast guided filter*.

Untuk memudahkan melihat perbedaan hasil selisih antara *guided filter* dan *fast guided filter* disajikan data tabel rata-rata waktu komputasi dalam data grafik.



Gambar 4.5 Grafik rata-rata komputasi waktu

Gambar 4.5 Menunjukkan hasil data grafik komputasi rata-rata dapat dilihat perbedaan waktunya sangat jauh. *Fast guided filter* lebih cepat dibandingkan dengan *guided filter*.

4.3 Uji Coba berdasarkan *r Patch size*

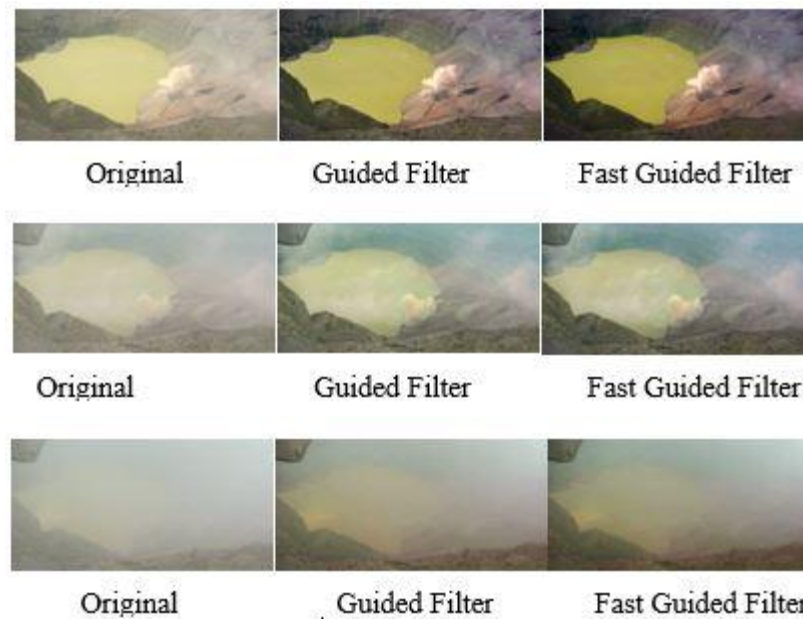
Uji coba selanjutnya yaitu dengan menguji *r* atau Patch Size dengan angka yang berbeda, disini menggunakan *r* dengan nilai 15, 30, dan 45. Dengan percobaan masing-masing 20 kali percobaan. Nanti akan di dapat hasil nilai MSE dan PSNR selisih yang berbeda salah satu contoh dalam waktu pemrosesan gambar atau image. Dari percobaan 20 kali tersebut di ambil hasil rata-rata untuk dijadikan perbandingan antara *fast guided filter* dan *guided filter* dengan metode *color attenuation prior*.

4.3.1 *Patch size* dengan nilai 15

Dalam percobaan dengan Patch size 15 akan di dapat hasil waktu komputasi untuk kabut tipis, sedang dan tebal. Kemudian akan terlihat perbedaan waktu komputasinya antara kabut tipis sedang dan tebal. Percobaan ini dilakukan 20 kali percobaan sehingga nanti bisa di ambil rata-rata dari percobaan tersebut.

Tabel 4.2 Waktu Komputasi *Patch Size* 15

Waktu	<i>Guided Filter</i>			<i>Fast Guided Filter</i>		
	Kabut Tipis	Kabut Sedang	Kabut Tebal	Kabut Tipis	Kabut Sedang	Kabut Tebal
Percobaan 1	4.16453	4.10962	3.98218	2.71463	2.5503	2.42459
Percobaan 2	4.10768	4.07129	3.94272	2.68153	2.52955	2.49274
Percobaan 3	4.05676	4.07488	3.85869	2.67265	2.50802	2.50397
Percobaan 4	4.12696	4.0399	3.8521	2.73828	2.56126	2.47461
Percobaan 5	4.04748	4.08662	3.87107	2.59506	2.73981	2.43785
Percobaan 6	4.16342	4.10178	3.98109	2.71120	2.55299	2.42109
Percobaan 7	4.10123	4.07192	3.94107	2.68899	2.52900	2.49193
Percobaan 8	4.05234	4.07987	3.85234	2.67233	2.50012	2.50190
Percobaan 9	4.12111	4.03124	3.85178	2.73999	2.56312	2.47233
Percobaan 10	4.04244	4.08244	3.87345	2.59123	2.73109	2.43076
Percobaan 11	4.16663	4.10409	3.98209	2.71442	2.55109	2.42109
Percobaan 12	4.10390	4.07107	3.94297	2.68451	2.52189	2.49098
Percobaan 13	4.05248	4.07106	3.85309	2.67094	2.50809	2.50033
Percobaan 14	4.12093	4.03234	3.85183	2.73345	2.56145	2.47484
Percobaan 15	4.04107	4.08289	3.87134	2.59251	2.73123	2.43138
Percobaan 16	4.16129	4.10987	3.98123	2.71189	2.50490	2.42094
Percobaan 17	4.10182	4.07187	3.94128	2.68209	2.52049	2.49445
Percobaan 18	4.05283	4.07238	3.85162	2.67109	2.50128	2.50451
Percobaan 19	4.12239	4.03788	3.85390	2.73189	2.56124	2.47190
Percobaan 20	4.04093	4.08390	3.87098	2.59234	2.73093	2.43123
Total	81.9482	81.4869	78.0068	53.591	51.4579	49.2934
Rata-rata	4.09741	4.07435	3.90034	2.67955	2.57289	2.46467



Gambar 4.5 Hasil gambar dengan *Patch Size* 15

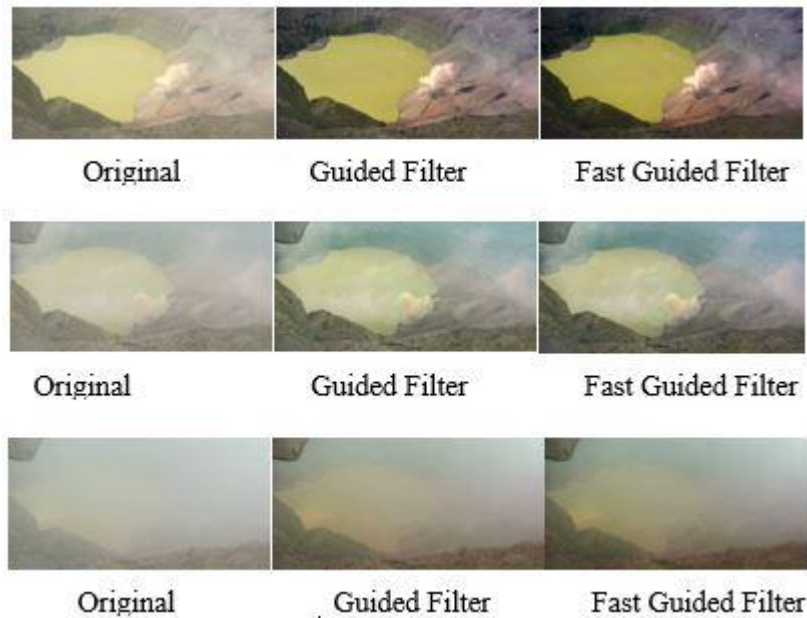
Tabel 4.2 Menunjukkan hasil waktu komputasi dari 20 kali percobaan dengan data kabut tipis, kabut sedang dan kabut tebal. Maka di peroleh hasil kabut tipis dengan waktu rata-rata 4.09741, kabut sedang 4.07435, kabut tebal 3.90034 dengan *guided filter*. Sedangkan *fast guided filter* kabut tipis di dapat hasil yang lebih cepat yaitu 2.67955 begitu juga dengan kabut sedang 2.57289 dan kabut tebal 2.46467. Maka dapat di simpulkan ada perbedaan waktu yang signifikan antara *guided filter* dan *fast guided filter*.

4.3.2 *Patch size* dengan nilai 30

Dalam percobaan dengan *Patch size* 30 akan di dapat hasil waktu momputasi, MSE dan PSNR dari kabut tipis, sedang dan tebal. Kemudian akan terlihat perbedaan waktu komputasinya antara kabut tipis sedang dan tebal. Percobaan ini dilakukan 20 kali percobaan sehingga nanti bisa di ambil rata-rata dari percobaan tersebut.

Tabel 4.3 Waktu Komputasi *Patch Size 30*

Waktu	<i>Guided Filter</i>			<i>Fast Guided Filter</i>		
	Kabut Tipis	Kabut Sedang	Kabut Tebal	Kabut Tipis	Kabut Sedang	Kabut Tebal
Percobaan 1	9.02292	9.05112	8.87844	2.68638	2.52255	2.4583
Percobaan 2	8.88153	8.98439	8.98653	2.58176	2.49368	2.44869
Percobaan 3	8.93269	8.91181	8.91683	2.58343	2.53923	2.37692
Percobaan 4	8.93354	8.99316	8.85026	2.57048	2.49783	2.44991
Percobaan 5	8.86148	9.05396	8.87755	2.58685	2.51874	2.41356
Percobaan 6	8.27089	8.73223	8.52441	2.56469	2.73072	2.13011
Percobaan 7	8.13799	8.03173	8.39195	2.37818	2.0965	2.12828
Percobaan 8	8.41475	8.12489	8.4485	2.71609	2.94105	2.4282
Percobaan 9	8.92467	8.55619	8.02663	2.69479	2.57631	2.37219
Percobaan 10	8.87005	8.539	8.27169	2.11339	2.44715	2.06061
Percobaan 11	8.35285	8.55197	8.48103	2.76192	2.15516	2.62141
Percobaan 12	8.36522	8.0446	8.38435	2.48816	2.82058	2.5169
Percobaan 13	8.23693	8.76512	8.63029	2.09684	2.79268	2.38377
Percobaan 14	8.32282	8.51902	8.95466	2.3437	2.72171	2.12125
Percobaan 15	8.14626	8.97256	8.34717	2.71396	2.94652	2.83251
Percobaan 16	8.53391	8.51159	8.69001	2.36079	2.4048	2.94527
Percobaan 17	8.24088	8.91144	8.34229	2.00741	2.5426	2.1224
Percobaan 18	8.18212	8.13964	8.85855	2.7345	2.79396	2.23158
Percobaan 19	8.87522	8.44671	8.55582	2.19823	2.65919	2.23794
Percobaan 20	8.42459	8.02371	8.80505	2.04495	2.27544	2.11082
Total	170.9313	171.865	172.222	49.2265	51.4764	47.3906
Rata-rata	8.546566	8.59324	8.6111	2.46133	2.57382	2.36953



Gambar 4.6 Hasil gambar dengan *Patch Size 30*

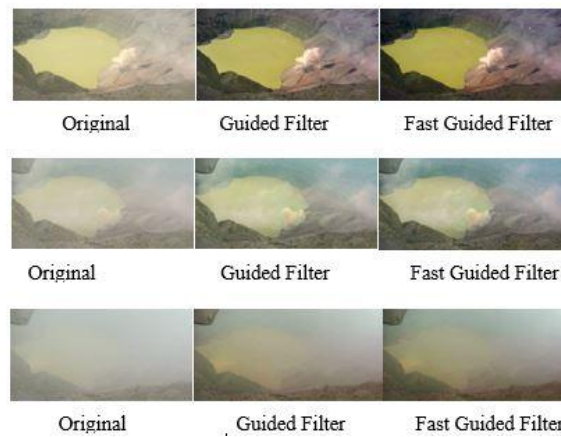
Tabel 4.3 Menunjukkan hasil waktu komputasi dari 20 kali percobaan dengan data kabut tipis, kabut sedang dan kabut tebal. Maka di peroleh hasil kabut tipis dengan waktu rata-rata 8.546566, kabut sedang 8.59324, kabut tebal 8.6111 dengan *guided filter*. Sedangkan *fast guided filter* kabut tipis di dapat hasil yang lebih cepat yaitu 2.46133 begitu juga dengan kabut sedang 2.57382 dan kabut tebal 2.36953. Maka dapat di simpulkan ada perbedaan waktu yang signifikan antara *guided filter* dan *fast guided filter*.

4.3.3 Patch size dengan nilai 45

Dalam percobaan dengan Patch size 45 akan di dapat hasil waktu komputasi untuk kabut tipis, sedang dan tebal. Kemudian akan terlihat perbedaan waktu komputasinya antara kabut tipis sedang dan tebal. Percobaan ini dilakukan 20 kali percobaan sehingga nanti bisa di ambil rata-rata dari percobaan tersebut.

Tabel 4.2 Waktu Komputasi *Patch Size 45*

Waktu	<i>Guided Filter</i>			<i>Fast Guided Filter</i>		
	Kabut Tipis	Kabut Sedang	Kabut Tebal	Kabut Tipis	Kabut Sedang	Kabut Tebal
Percobaan 1	17.8324	18.2724	18.1547	2.57719	2.59573	2.41086
Percobaan 2	17.8887	18.0943	18.2939	2.55843	2.61834	2.41069
Percobaan 3	17.9746	18.2024	18.1547	2.53383	2.575	2.42415
Percobaan 4	17.7788	18.0108	18.0225	2.57049	2.50362	2.39108
Percobaan 5	18.321	18.1293	18.1058	2.74274	2.54097	2.39563
Percobaan 6	17.2132	18.5229	17.9821	2.8314	2.015	2.2553
Percobaan 7	17.2349	18.868	17.6997	2.4602	2.83	2.6103
Percobaan 8	17.5902	18.9302	17.9239	2.4792	2.7314	2.4668
Percobaan 9	17.9017	18.7176	17.3279	2.8273	2.5552	2.6924
Percobaan 10	17.7832	18.5075	17.9234	2.6676	2.039	2.181
Percobaan 11	17.9702	18.889	17.5456	2.5385	2.6307	2.1228
Percobaan 12	17.7054	18.6242	17.528	2.7685	2.7001	2.6766
Percobaan 13	17.212	18.6835	17.7752	2.7705	2.4783	2.5058
Percobaan 14	17.741	18.1911	17.0626	2.6738	2.31	2.6583
Percobaan 15	17.058	18.6867	17.2616	2.3664	2.3169	2.9067
Percobaan 16	17.0415	18.3018	17.3213	2.9197	2.8155	2.9341
Percobaan 17	17.3521	18.6342	17.9835	2.5742	2.5774	2.867
Percobaan 18	17.9108	18.1441	17.4785	2.2769	2.7341	2.3794
Percobaan 19	17.084	18.081	17.267	2.537	2.8032	2.6771
Percobaan 20	17.0065	18.7978	17.2634	2.01	2.0905	2.4867
Total	351.6002	369.289	354.075	51.6839	50.461	50.4527
Rata-rata	17.58001	18.4644	17.7038	2.58419	2.52305	2.52264



Gambar 4.7 Hasil gambar dengan *Patch Size* 45

Kesimpulan dari beberapa percobaan dengan R yang berbeda di mulai dari R=15, 30, 45 dengan percobaan 20 kali setiap data. Maka diperoleh hasil rata-rata di perlihatkan dalam tabel 4.5, di bawah ini:

Tabel 4.5 Rata-rata komputasi waktu R 15, 30, 45

Waktu	<i>Guided Filter</i>			<i>Fast Guided Filter</i>		
	Kabut Tipis	Kabut Sedang	Kabut Tebal	Kabut Tipis	Kabut Sedang	Kabut Tebal
R 15	4.09741	4.07435	3.90034	2.67955	2.57289	2.46467
R 30	8.546566	8.59324	8.6111	2.46133	2.57382	2.36953
R 45	17.58001	18.4644	17.7038	2.58419	2.52305	2.52264

Berdasarkan tabel 4.5 diatas, dapat di lihat bahwa untuk *patch size* yang berbeda, pada *patch size* = 15, maka *fast guided filter* lebih cepat 2 kali lipat dibandingkan menggunakan *guided filter*. Untuk *patch size* = 30, maka *fast guided filter* lebih cepat 4 kali lipat dibandingkan menggunakan *guided filter*. Untuk *patch size* = 45, maka *fast guided filter* lebih cepat 9 kali lipat dibandingkan menggunakan *guided filter*.

BAB V

P E N U T U P

5.1 Simpulan

Berdasarkan beberapa percobaan atau pengujian implements *Guided Filter* dan *Fast Guided filter* pada metode berbasis perbedaan warna di dapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Maka di peroleh hasil kabut tipis dengan waktu rata-rata 16.63407, kabut sedang 17.3295, kabut tebal 17.0943 dengan *guided filter*. Sedangkan *fast guided filter* kabut tipis di dapat hasil yang lebih cepat yaitu 2.69547 begitu juga dengan kabut sedang 2.65293 dan kabut tebal 2.53903. Maka dapat di simpulkan ada perbedaan waktu yang signifikan antara *guided filter* dan *fast guided filter*.
2. Pada *patch size* yang berbeda maka dari sisi waktu komputasi dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: pada *patch size* = 15, maka *fast guided filter* lebih cepat 2 kali lipat dibandingkan menggunakan *guided filter*. Untuk *patch size* = 30, maka maka *fast guided filter* lebih cepat 4 kali lipat dibandingkan menggunakan *guided filter*. Untuk *patch size* = 45, maka maka *fast guided filter* lebih cepat 9 kali lipat dibandingkan menggunakan *guided filter*.
3. Dari percobaan yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan, bahwa penerapan *fast guided filter* terbukti memberikan hasil pemrosesan yang lebih cepat. Dan dapat disimpulkan pula bahwa semakin besar nilai *patch size* yang diterapkan, maka menggunakan metode *fast guided filter* akan memberikan peningkatan waktu komputasi yang signifikan lebih cepat.

5.2 Saran

Dalam penelitian ini masih terdapat beberapa kekurangan. Untuk pengembangan lebih lanjut terdapat saran-saran sebagai berikut ini.

1. Penelitian selanjutnya dapat di ukur dari sisi *Mean Square Error* (MSE) dan *Peak to Signal Noise Ratio* (PSNR) dengan tetap menguji pada kabut tipis, sedang dan tebal.
2. Perlu dilakukan penelitian berdasarkan pendekatan warna yang berbeda, misalkan menggunakan CIE Lab, *color constancy*, *color line* dll.
3. Penelitian selanjutnya dapat diterapkan pada citra video, karena pada penelitian ini hanya diuji cobakan untuk citra digital tunggal.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Saxena, S. H. Chung, and A. Y. Ng. Learning depth from single monocular images. In *Advances in Neural Information Processing Systems (NIPS)*, 2005.
- E. J. McCartney, *Optics of the Atmosphere: Scattering by Molecules and Particles*. New York, NY, USA: Wiley, 1976.
- Fresy N, Eko M Yuniarno, Supeno M S N and M Hariadi, "Mt. Kelud haze removal using color attenuation prior", In *Proceedings The International Conference on Information Technology and Digital Applications (ICITDA)*, 14-16 November 2016, pp.187-192.
- G. Meng, Y. Wang, J. Duan, S. Xiang, and C. Pan, "Efficient Image Dehazing with Boundary Constraint and Contextual Regularization," 2013.
- H. Koschmieder. Theorie der horizontalen sichtweite. *Beitr. Phys. Freien Atm.*, 12:171–181, 1924.
- I. Riaz, T. Yu, H. Shin, and J. Piao, "Real-time single image dehazing using block-to-pixel interpolation and adaptive dark channel prior," *IET Image Process.*, vol. 9, no. 9, pp. 725–734, 2015.
- J. H. Kim, W. D. Jang, J. Y. Sim, and C. S. Kim, "Optimized contrast enhancement for real-time image and video dehazing," *J. Vis. Commun. Image Represent.*, vol. 24, no. 3, pp. 410–425, 2013.
- J. Kopf, B. Neubert, B. Chen, M. Cohen, D. Cohen-Or, O. Deussen, M. Uyttendaele, and D. Lischinski. Deep photo: Model-based photograph enhancement and viewing. *ACM Transactions on Graphics (SIG-GRAPH Asia 2008)*, 27(5):116:1–116:10, 2008.
- J.-P. Tarel and N. Hauti, "Fast Visibility Restoration from a Single Color or Gray Level Image," in *2009 IEEE 12th International Conference on Computer Vision (ICCV)*, 2009, no. August 2015.
- J. Yu, C. Xiao, and D. Li, "Physics-based fast single image fog removal," in *Proc. IEEE 10th Int. Conf. Signal Process. (ICSP)*, Oct. 2010, pp. 1048–1052.
- K. He, J. Sun, and X. Tang, "Single image haze removal using dark channel prior," *Computer Vision and Pattern Recognition, IEEE Computer Society Conference on*, vol. 0, pp. 1956–1963, 2009.
- K. He, J. Sun, and X. Tang, "Single image haze removal using dark channel prior," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 33, no. 12, pp. 2341–2353, 2011.
- K. He, J. Sun, and X. Tang, "Guided Image Filtering," *IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell.*, vol. 35, no. 6, pp. 1397–1409, 2013.
- L. K. Choi, J. You, and A. C. Bovik, "Referenceless Prediction of Perceptual Fog Density and Perceptual Image Defogging," *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 24, no. 11, pp. 3888–3901, 2015.

- Nandaka, I Gusti Made Agung, 2015, "Monitoring system of Kelud volcano, Java, Indonesia before and after the February 13, 2014 eruption", Japan Geoscience Union Meeting 2015, (May 24th-28th at Makuhari, Chiba, Japan)
- Nakashima, Yuki; Heki, Kosuke; Takeo, Akiko; Cahyadi, Mokhammad N.; Aditiy, Arif; Yoshizawa, Kazunori; 2016, "Atmospheric resonant oscillations by the 2014 eruption of the Kelud volcano, Indonesia, observed with the ionospheric total electron contents and seismic signals", *Earth and Planetary Science Letters* 434 (2016).
- Oddy Virgantara P, Budi Prianto, Eko Mulyanto Yuniarno, Mauridhi Hery Purnomo, "Visibility Restoration of Lake Crater Hazy Image Based On Dark Channel Prior", In Proceedings International [Computer Science and Engineering Conference \(ICSEC\), 2016](#)
- P. Chavez. An improved dark-object subtraction technique for atmospheric scattering correction of multispectral data. *Remote Sensing of Environment*, 24:450–479, 1988.
- Qingsong Zhu, J. Mai, and L. Shao, "Single image dehazing using color attenuation prior," in *Proc. Brit. Mach. Vis. Conf. (BMVC)*, Nottingham, U.K., 2014, pp. 1–10.
- Qingsong Zhu, Jiaming Mai, and Ling Shao, 2015, A Fast Single Image Haze Removal Algorithm Using Color Attenuation Prior, *IEEE Transactions on Image Processing*, Vol. 24, NO. 11, November 2015.
- R. Tan, 2008, "Visibility in bad weather from a single image," in *Computer Vision and Pattern Recognition, 2008. CVPR 2008. IEEE Conference on*, Jun. 2008, pp. 1–8.
- R. Fattal, "Single Image Dehazing," *ACM Trans. Graph.*, vol. 27, no. 3, p. 72:1--72:9, Aug. 2008.
- S. G. Narasimhan and S. K. Nayar, "Chromatic framework for vision in bad weather," in *Computer Vision and Pattern Recognition, 2000. Proceedings. IEEE Conference on*, 2000, vol. 1, pp. 598–605 vol.1.
- S. G. Narasimhan and S. K. Nayar, "Vision and the Atmosphere," *Int. J. Comput. Vis.*, vol. 48, no. 3, pp. 233–254, 2002.
- S. Shwartz, E. Namer, and Y. Y. Schechner. Blind haze separation. In *Proceedings IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, volume 2, pages 1984–1991, 2006.
- X. Pan, F. Xie, Z. Jiang, and J. Yin, "Haze Removal for a Single Remote Sensing Image Based on Deformed Haze Imaging Model," *IEEE Signal Process. Lett.*, vol. 22, no. 10, pp. 1806–1810, 2015.
- Y. Y. Schechner, S. G. Narasimhan, and S. K. Nayar. Instant dehazing of images using polarization. In *Proceedings IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR)*, volume 1, pages 325–332, 2001.
- Z. Li, S. Member, and J. Zheng, "Edge-Preserving Decomposition-Based Single Image Haze Removal," *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 24, no. 12, pp. 5432–5441, 2015.
- Z. Wang, A. C. Bovik, H. R. Sheikh, and E. P. Simoncelli, "Image quality assessment: From error visibility to structural similarity," *IEEE Trans. Image Process.*, vol. 13, no. 4, pp. 600–612, 2004.

KARYA ILMIAH

A. Buku/Bab Buku/Jurnal

Tahun	Judul	Penerbit/Jurnal
2012	Implementasi Metode <i>Finite State Machine</i> dan <i>Fuzzy Logic</i> dalam Perancangan Model Pergantian Senjata NPC Game.	Jurnal MATICS, Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, ISSN 1978-161X, Volume 5 Nomor 1 September 2012.
2012	Buku Tutorial NetLogo; Tutorial Pembuatan Game dengan Bahasa Pemrograman Java	Kementerian Agama RI, Dirjen Pendidikan Islam, Direktorat Pendidikan Tinggi Islam, ISBN. 978-979-8442-36-0
2013	Penggunaan Metode Depth First Search untuk Menentukan Identitas Kalimat Dalam Bahasa Arab.	Jurnal SAINTIS, Jurnal Integrasi Sains dan Islam, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LP2M) UIN Maulana Malik Ibrahim Malang, ISSN 2089-0699, Volume 2 Nomor 1 Edisi Januari-Juni 2013. Halaman 44 – 50
2013	Aplikasi <i>CHATBOT</i> “MI3” Untuk Informasi Jurusan Teknik Informatika Berbasis Sistem Pakar Menggunakan Metode <i>Forward Chaining</i>	Jurnal MATICS, Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, ISSN 1978-161X, Vol. 5, No. 3, Sept 2013.
2013	Buku Ajar : Pemrograman Multimedia Menggunakan Netlogo	Diterbitkan oleh UIN Maliki Press, ISBN. 978-602-958-504-9
2014	Rancang Bangun Game 3D Pahlawan Nasional Indonesia Genre <i>Pairs game</i> menggunakan Metode Fisher Yates.	Jurnal MATICS, Jurnal Ilmu Komputer dan Teknologi Informasi, ISSN 1978-161X, Volume 6 Nomor 1 Maret 2014. Halaman 53 – 56

B. Makalah/Poster

Tahun	Judul	Penyelenggara
2011	Desain Perubahan Perilaku Pada NPC Menggunakan Logika Fuzzy	<i>Seminar On Electrical, Informatics And Its Education, Universitas Negeri Malang</i>
2012	<i>Facial Animation At Embodied Agent In Computer Game For Islamic Elementary School</i>	<i>International Conference Brawijaya University</i>
2012	Permainan Bergenre Petualangan (<i>Adventure Game</i>) Berbasis Android Dengan Konten Pembelajaran Huruf Hijaiyah/Bahasa Arab	Seminar Nasional Ilmu Pengetahuan Teknik, LIPI, Bandung, ISSN : 2303-0798
2012	Implementasi <i>Fuzzy Expert System</i> untuk Diagnosa Penyakit jantung	Seminar Nasional UNIPDU Jombang,
2013	Pembelajaran Berbasis Permainan Digital Menggunakan Aplikasi <i>Scratch</i> Untuk Guru Madrasah	Seminar Nasional KNSI, Lombok

B. HAKI

Tahun	Judul	Nomor Pendaftaran
2014	<i>Game</i> Tajwid genre petualangan dengan metode Qira'ati	Nomor Pendaftaran : 067787, 13 Maret 2014, Diterbitkan oleh : Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia
2014	<i>Game</i> 3 Dimensi Pahlawan Nasional Indonesia genre <i>pairs game</i>	Nomor Pendaftaran : 067789, 13 Maret 2014, Diterbitkan oleh : Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia
2014	<i>Game</i> Benthik Patil Lele	Nomor Pendaftaran : 068660, 23 Juni 2014, Diterbitkan oleh : Kementerian Hukum dan Hak Asasi Manusia Republik Indonesia
2015	Buku Tutorial NetLogo; Tutorial Pembuatan Game dengan Bahasa Pemrograman Java	W15-HI.06.01-914/ E-filling : EC10201500363
2015	Buku : Pemrograman Multimedia Menggunakan Netlogo	W15-HI.06.01-914/E-filling : EC10201500364

KONFERENSI/SEMINAR/LOKAKARYA/SIMPOSIUM

Tahun	Judul Kegiatan	Penyelenggara	Panitia / Peserta / Pembicara
2011	<i>Seminar On Electrical, Informatics And Its Education</i>	Universitas Negeri Malang	Pembicara
2012	Seminar Nasional <i>Green Technology III</i>	Fakultas Saintek UIN Maliki Malang	Panitia
2012	<i>2nd Basic Science International Conference</i>	Universitas Brawijaya	Pembicara
2012	Workshop Peningkatan SDM Bid. Administrasi Umum dan Kemahasiswaan (Workshop Robotika)	Fakultas Saintek UIN Maliki Malang	Panitia
2012	Seminar Nasional Ilmu Pengetahuan Teknik, LIPI, Bandung, ISSN : 2303-0798	Bidang Ilmu Pengetahuan Teknik, LIPI, Bandung,	Pembicara
2012	<i>Workshop</i> Kompetensi Meneliti Mahasiswa	Fakultas Saintek UIN Maliki Malang	Panitia
2012	Seminar Nasional UNIPDU Jombang	UNIPDU Jombang	Pembicara
2013	<i>International Conference Green Technology 4</i>	Fakultas Saintek UIN Maliki Malang	Pembicara

KEGIATAN PROFESIONAL/PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Tahun	Jenis>Nama Kegiatan	Tempat
2012	Tim Pendamping Implementasi Uji Kompetensi Program Multi Media “Membangun Teks, Gambar, Grafik, Suara dan Video pada PC”	SMKN 11 Malang
2012	Tim Pendamping Implementasi <i>Open Source</i> di Lingkungan Pemerintahan Kota Malang Oleh Dosen	Pemerintahan Kota Malang

	Jurusan Teknik Informatika UIN Maliki	
2013	Tim survey ICTPURA, di lingkungan Jawa Timur	Kerjasama APTIKOM Malang dengan Menkominfo
2014	Narasumber Kegiatan Peningkatan Ketrampilan Melek Teknologi dan Informasi Melalui Global System Networking	Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
2015	Narasumber Kegiatan Pengabdian Masyarakat Fakultas Saintek UIN Maliki Malang “Sosialisasi dan Uji Kompetensi Bidang TIK Cluster Multimedia di Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 9 Malang”	Sekolah Menengah Kejuruan Negeri 9 Malang

JABATAN DALAM PENGELOLAAN INSTITUSI

Peran / Jabatan	Institusi(Univ,Fak,Jurusan,Lab,studio, Manajemen Sistem Informasi Akademik dll)	Tahun ... s.d. ...
Redaktur	Tim Pengelola Jurnal “MATICS” Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi	Tahun 2011 s.d 2012
Redaktur	Tim Pengelola Jurnal “MATICS” Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi	Tahun 2012 s.d 2013
Redaktur	Tim Pengelola Jurnal “MATICS” Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi	Tahun 2013 s.d 2014
Redaktur	Tim Pengelola Jurnal “MATICS” Jurusan Teknik Informatika Fakultas Sains dan Teknologi	Tahun 2014 s.d 2015

PERAN DALAM KEGIATAN KEMAHASISWAAN

Tahun	Jenis>Nama Kegiatan	Peran	Tempat
2011	Kuliah Tamu Jurusan Teknik Informatika Semester Ganjil T.A 2011/2012	Panitia	Jurusan Teknik Informatika Fakultas Saintek UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
2011	Lomba Robot “ <i>Elleftition 2011 Line Follower Competition</i> ” untuk Mahasiswa tingkat Nasional	Pendamping Mahasiswa Jurusan Teknik Informatika dalam mengikuti Lomba Robot	Universitas Diponegoro Semarang
2012	Workshop Peningkatan SDM Bidang Administrasi Umum dan Kemahasiswaan (Workshop Robotika) Fakultas Sains dan Teknologi Tahun 2012	Panitia	Fakultas Saintek UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
2012	<i>Workshop</i> Kompetensi Meneliti Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi	Sekretaris	Fakultas Saintek UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
2013	Diseminasi Ilmiah <i>Soft Computing</i> Jurusan Teknik Informatika	Anggota Panitia	Jurusan Teknik Informatika Fakultas Saintek UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

PENGHARGAAN/PIAGAM

Tahun	Bentuk Penghargaan	Pemberi
2012	Penerima Dana Penelitian Ilmu Pengetahuan	UIN Maulana Malik Ibrahim

	Terapan Bagi Dosen UIN Maliki Malang “Penggunaan Metode <i>Depth First Search</i> Untuk Menentukan Identitas Kalimat Dalam Bahasa Arab”	Malang
2012	Penerima Bantuan Dana Publikasi Ilmiah dan HKI Tahun 2012	KEMENTERIAN AGAMA RI , DIREKTORAT JENDERAL PENDIDIKAN TINGGI ISLAM
2013	Penerima Dana Penelitian Penguatan Program Studi Tingkat Fakultas TA 2013 “Rancang Bangun Game 3D Edukasi Bahasa Arab”	UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
2014	Penerima Dana Penelitian Penguatan Program Studi Tingkat Fakultas TA 2014 “Simulasi Pengaturan Kecepatan <i>Game</i> Sepeda Menggunakan Metode <i>Fuzzy</i> ”	UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
2014	Penerima Dana Penelitian Riset Dosen Muda (DM) UIN Maliki Malang “Identifikasi <i>Cognitif Skill Game</i> (CSG) Menggunakan <i>Fuzzy K-Means</i> (FKM) Pada Game Android-Benthik Fiqih-”	UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
2015	Penerima Dana Penelitian Penguatan Program Studi Tingkat Fakultas TA 2014 “Penerapan Metode SOM Untuk Klustering Pelanggan Badan Pengelola Sarana Air Bersih dan Sanitasi (BPSAB&S) Sumber Maron, Desa Karangsono, Kecamatan Pagelaran, Malang”	UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

Saya menyatakan bahwa semua keterangan dalam identitas diri ini adalah benar dan apabila terdapat kesalahan, saya bersedia mempertanggungjawabkannya.

Malang, Juli 2017
Dosen Ybs

Fresy Nugroho, MT
NIP : 197107222011011001

IDENTITAS DIRI

Nama : Juniardi Nur Fadila
 Jenis Kelamin : Laki-laki
 Tempat dan Tanggal Lahir : Malang, 05 Juni 1992
 Status Perkawinan : Kawin
 Agama : Islam
 Alamat Rumah : Jl. Sunan Drajat 2 No. 2, Malang 65145
 Telp./Faks. : (0857) 36017050
 Alamat E-mail : juniardi.nur@gmail.com

RIWAYAT PENDIDIKAN PERGURUAN TINGGI

Tahun Lulus	Jenjang	Perguruan Tinggi	Jurusan/ Bidang Studi
2012	Sarjana – S1	UIN Maulana Malik Ibrahim Malang	Teknik Informatika
2014	Magister – S2	Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya	T Elektro (Jaringan Cerdas Multimedia - Game Teknologi) – FTI

KARYA ILMIAH**A. Buku/Bab Buku/Jurnal**

Tahun	Judul	Penerbit/Jurnal
2016	NPCs Multi Enemy Attack Formation Using Bee Colony Algorithm	International Review on Computers and Software (I.RE.CO.S), Vol 11, No 7 : July 2016, ISSN : 1826-6003, diterbitkan oleh Praise Worthy Prize. www.praiseworthyprize.org/jsm/ , Terindex Scopus. Sebagai penulis pertama

B. KONFERENSI/SEMINAR/LOKAKARYA/SIMPOSIUM

Tahun	Judul Kegiatan	Penyelenggara	Panitia / Peserta / Pembicara
2016	<i>ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE ON ISLAMIC STUDIES (AICIS)</i>	IAIN Raden Intan Lampung	Peserta
2016	Workshop pembuatan game menggunakan Unity 3D	Teknik Informatika UIN Maliki Malang	Pembicara

KEGIATAN PROFESIONAL/PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

Tahun	Jenis>Nama Kegiatan	Tempat
2017	Kuliah Tamu Virtual Reality For Military Combat Field Simulation	UIN Sunan Ampel Surabaya

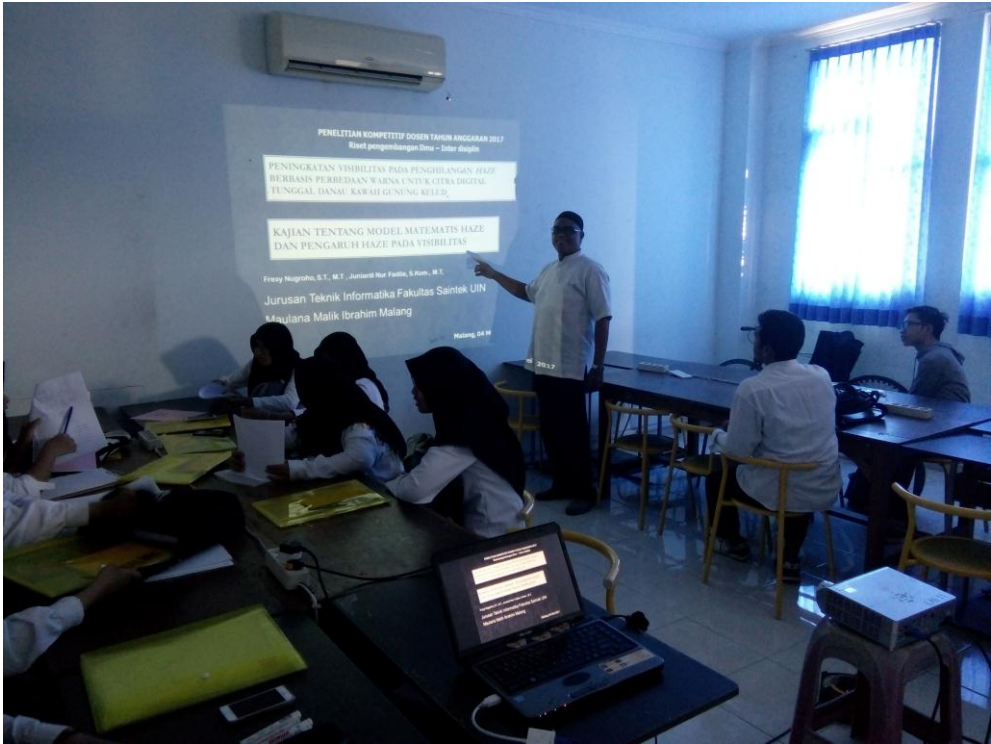
PERAN DALAM KEGIATAN KEMAHASISWAAN

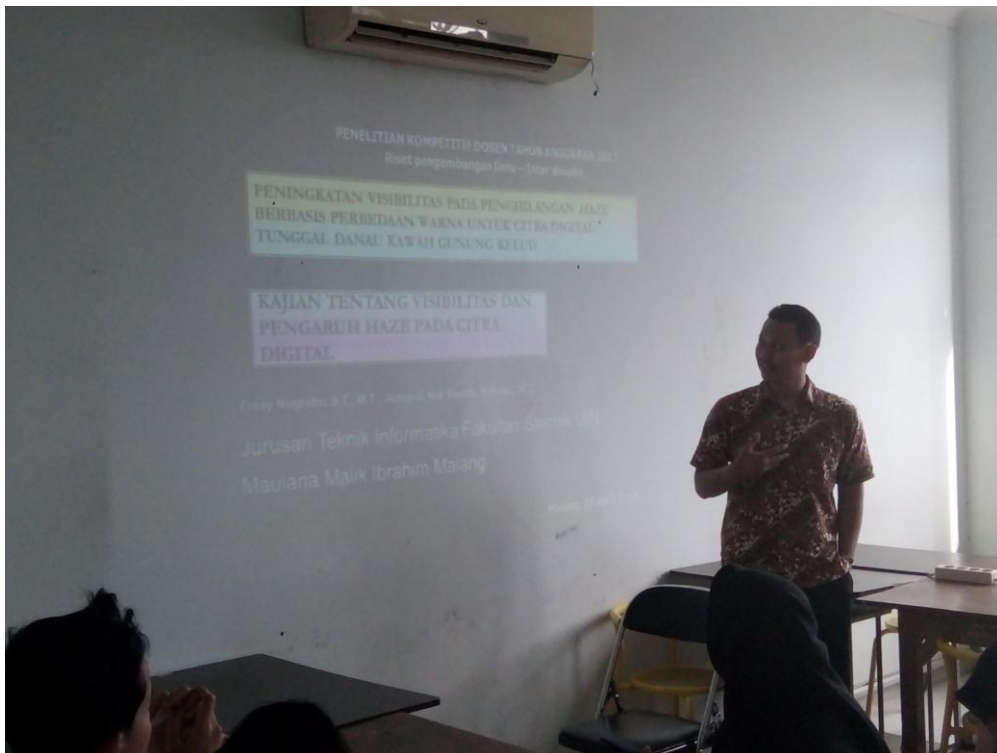
Tahun	Jenis>Nama Kegiatan	Peran	Tempat
2017	Lomba desain inovasi (Smart City) ITC, oleh Tim Robotika ONTAKI di UIN Makassar	Pembina Tim Robotika ONTAKI	UIN Makassar

PENGHARGAAN/PIAGAM

Tahun	Bentuk Penghargaan	Pemberi
2016	Lulusan CumLaude ITS Surabaya Untuk tingkat Magister	ITS Surabaya

Foto dokumentasi seminar progres ke 1 dan ke 2 dan sesi tanya jawab





Jadwal Seminar Progres Report Penelitian
Peningkatan Visibilitas Pada Penghilangan *Haze* Berbasis Perbedaan Warna Untuk
Citra Digital Tunggal Danau Kawah Gunung Kelud

Seminar Tahap 1 : KAJIAN TENTANG VISIBILITAS DAN PENGARUH HAZE
PADA CITRA DIGITAL
Hari/Tanggal : Kamis / 27 April 2017
Tempat : Laboratorium Digital dan Robotik Teknik Informatika UIN
Malang

Waktu	Kegiatan	Narasumber
08.00 – 10.00 WIB	Kajian Tentang Visibilitas	Fresy Nugroho, S.T., M.T
10.00 – 12.00 WIB	Kajian Tentang pengaruh haze pada Citra Digital	Juniardi Nur Fadila, S.Kom., M.T

Seminar Tahap 2 : KAJIAN MODEL MATEMATIS HAZE DAN PENGARUH
HAZE PADA VISIBILITAS
Hari/Tanggal : Kamis / 04 Mei 2017
Tempat : Laboratorium Digital dan Robotik Teknik Informatika UIN
Malang

Waktu	Kegiatan	Narasumber
08.00 – 10.00 WIB	Kajian Tentang Model Matematis <i>Haze</i>	Fresy Nugroho, S.T., M.T
10.00 – 12.00 WIB	Kajian Tentang Pengaruh <i>Haze</i> pada Visibilitas	Juniardi Nur Fadila, S.Kom., M.T

Seminar Tahap 3 : TEKNIK MENGHILANGKAN HAZE SECARA MATEMATIS
DAN APLIKASI TEKNIK YANG DI AJUKAN DALAM
PENELITIAN
Hari/Tanggal : Rabu / 10 Mei 2017
Tempat : Laboratorium Digital dan Robotik Teknik Informatika UIN
Malang

Waktu	Kegiatan	Narasumber
08.00 – 10.00 WIB	Kajian Tentang Teknik Menghilangkan Haze secara Matematis	Fresy Nugroho, S.T., M.T
10.00 – 12.00 WIB	Kajian Tentang Aplikasi Teknik yang di ajukan dalam penelitian	Juniardi Nur Fadila, S.Kom., M.T

Ketua Peneliti

Fresy Nugroho, S.T., M.T
NIP. 19710722 201101 1 001

Malang, 24 April 2017

Perihal : Undangan Seminar Progres Report Penelitian Tahap 1
Lampiran : -

Kepada
Yth.
Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

Assalamualaikum Wr. Wb.

Sehubungan dengan Penelitian Kompetitif Dosen Tahun Anggaran 2017, maka untuk kepentingan diseminasi dan *sharing* hasil penelitian, dibutuhkan masukan untuk meningkatkan kualitas penelitian pengembangan ilmu pada *cluster* inter disiplin dengan judul : Peningkatan Visibilitas Pada Penghilangan *Haze* Berbasis Perbedaan Warna Untuk Citra Digital Tunggal Danau Kawah Gunung Kelud . Untuk itu kami memohon kehadiran saudara pada:

- Tanggal : 27 April 2017
- Hari : Kamis
- Jam : 08.00 – 12.00 WIB
- Tempat : Ruang Laboratorium Digital dan Robotik, Lantai 3, Jurusan Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
- Acara : KAJIAN TENTANG VISIBILITAS DAN PENGARUH HAZE PADA CITRA DIGITAL

Demikian surat undangan rapat koordinasi. Atas kerjasama dan bantuannya kami ucapkan terimakasih.

Ketua Peneliti,

Fresy Nugroho, ST.MT
NIP. 19710722 201101 1 001

Malang, 01 Mei

2017

Perihal : Undangan Seminar Progres Report Penelitian Tahap 2

Lampiran : -

Kepada

Yth.

Jurusan Teknik Informatika

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

Assalamualaikum Wr. Wb.

Sehubungan dengan Penelitian Kompetitif Dosen Tahun Anggaran 2017, maka untuk kepentingan diseminasi dan *sharing* hasil penelitian, dibutuhkan masukan untuk meningkatkan kualitas penelitian pengembangan ilmu pada *cluster* inter disiplin dengan judul : Peningkatan Visibilitas Pada Penghilangan *Haze* Berbasis Perbedaan Warna Untuk Citra Digital Tunggal Danau Kawah Gunung Kelud . Untuk itu kami memohon kehadiran saudara pada:

- Tanggal : 04 Mei 2017
- Hari : Kamis
- Jam : 08.00 – 12.00 WIB
- Tempat : Ruang Laboratorium Digital dan Robotik, Lantai 3, Jurusan Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
- Acara : KAJIAN MODEL MATEMATIS HAZE DAN PENGARUH HAZE PADA VISIBILITAS

Demikian surat undangan rapat koordinasi. Atas kerjasama dan bantuannya kami ucapkan terimakasih.

Ketua Peneliti,

Fresy Nugroho, ST.MT
NIP. 19710722 201101 1 001

Malang, 08 Mei 2017

Perihal : Undangan Seminar Progres Report Penelitian Tahap 3
Lampiran :-

Kepada
Yth.
Jurusan Teknik Informatika
Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

Assalamualaikum Wr. Wb.

Sehubungan dengan Penelitian Kompetitif Dosen Tahun Anggaran 2017, maka untuk kepentingan diseminasi dan *sharing* hasil penelitian, dibutuhkan masukan untuk meningkatkan kualitas penelitian pengembangan ilmu pada *cluster* inter disiplin dengan judul : Peningkatan Visibilitas Pada Penghilangan *Haze* Berbasis Perbedaan Warna Untuk Citra Digital Tunggal Danau Kawah Gunung Kelud . Untuk itu kami memohon kehadiran saudara pada:

- Tanggal : 10 Mei 2017
- Hari : Rabu
- Jam : 08.00 – 12.00 WIB
- Tempat : Ruang Laboratorium Digital dan Robotik, Lantai 3, Jurusan Teknik Informatika UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
- Acara : TEKNIK MENGHILANGKAN HAZE SECARA MATEMATIS DAN APLIKASI TEKNIK YANG DI AJUKAN DALAM PENELITIAN

Demikian surat undangan rapat koordinasi. Atas kerjasama dan bantuannya kami ucapkan terimakasih.

Ketua Peneliti,

Fresy Nugroho, ST.MT
NIP. 19710722 201101 1 001

NOTULEN

- Seminar Tahap ke 1 : Peningkatan Visibilitas Pada Penghilangan *Haze* Berbasis Perbedaan Warna Untuk Citra Digital Tunggal Danau Kawah Gunung Kelud
- Hari, Tanggal : Kamis, 27 April 2017
- Sesi ke 1 Jam : 08.00-10.00
- Sesi ke 2 Jam : 10.00-12.00
- Acara : KAJIAN TENTANG VISIBILITAS DAN PENGARUH *HAZE* PADA CITRA DIGITAL

Peserta seminar

± 25 mahasiswa yang telah di undang

Sesi ke 1 :

Fresy Nugroho S.T., M.T:

- Memaparkan Kajian Tentang Visibilitas.

QATHRUN NADA MUNAWAROH (NIM. 15650049) :

- Apakah yang dimaksud citra Digital? Apa bedanya dengan citra analog?

MOH. ALAMSYAH ADI KARTANEGARA (NIM. 15650068) :

- Domain warna apa saja untuk pembentuk citra digital?

MEILIA NUR AZIZAH (NIM. 15650108):

- Bagaimana bentuk citra digital pada kawah gunung kelud?

Sesi ke 2 :

Juniardi Nur Fadila, S.Kom., M.T:

- Dilanjutkan Kajian Tentang pengaruh haze pada citra Digital

HAFID KHOIRUDDIN (NIM. 16650002) :

- Apakah yang dimaksud *haze*?

BAYU TRIHARYANTO (NIM. 16650005) :

- Komponen pembentuk *haze* dalam dunia nyata apa saja? Apa bedanya dengan *fog*, *mist*, dan *rain*?

ERWIN KRISTIAN PUTRA (NIM. 16650007):

- Mengapa yang dipilih *haze*?

Ketua Peneliti

Fresy Nugroho, S.T., M.T
NIP. 19710722 201101 1 001

NOTULEN

- Seminar Tahap ke 2 : Peningkatan Visibilitas Pada Penghilangan *Haze* Berbasis Perbedaan Warna Untuk Citra Digital Tunggal Danau Kawah Gunung Kelud
- Hari, Tanggal : Kamis, 04 Mei 2017
Sesi ke 1 Jam : 08.00-10.00
Sesi ke 2 Jam : 10.00-12.00
Acara : KAJIAN MODEL MATEMATIS *HAZE* DAN PENGARUH *HAZE* PADA VISIBILITAS

Peserta seminar
± 25 mahasiswa yang telah di undang

Sesi ke 1 :

Fresy Nugroho S.T., M.T:

- Memaparkan Kajian Tentang Model Matematis *Haze*.

LAILATUL SABANI (NIM. 15650019) :

- Apakah yang dimaksud *Direct Attenuation* dan *Airlight* pada model matematis *haze*?
Apa bedanya?

LA ODE ABD. EL HAFIZH HIDAYAT (NIM. 15650059) :

- Komponen apa yang paling berpengaruh pada *Direct Attenuation*?

AFIFATUL JANAN (NIM. 15650114):

- Apakah yang dimaksud *Airlight*?

Sesi ke 2 :

Juniardi Nur Fadila, S.Kom., M.T:

- Dilanjutkan Kajian Tentang Pengaruh *Haze* pada Visibilitas

HAFID KHOIRUDDIN (NIM. 16650002) :

- Bagaimana bila komponen d (kedalaman) mempengaruhi visibilitas?

ANIQOH BACHRIWINDI (NIM. 16650015) :

- Bagaimana bila komponen A (*Airlight*) mempengaruhi visibilitas?

NANDA NAFISAH PUSPITHASARI (NIM. 16650100):

- Bagaimana bila kedua komponen mempengaruhi secara bersamaan?

Ketua Peneliti

Fresy Nugroho, S.T., M.T
NIP. 19710722 201101 1 001

NOTULEN

- Seminar Tahap ke 3 : Peningkatan Visibilitas Pada Penghilangan *Haze* Berbasis Perbedaan Warna Untuk Citra Digital Tunggal Danau Kawah Gunung Kelud
- Hari, Tanggal : Kamis, 10 Mei 2017
- Sesi ke 1 Jam : 08.00-10.00
- Sesi ke 2 Jam : 10.00-12.00
- Acara : TEKNIK MENGHILANGKAN HAZE SECARA MATEMATIS DAN APLIKASI TEKNIK BERDASARKAN PERBEDAAN WARNA

Peserta seminar

± 25 mahasiswa yang telah di undang

Sesi ke 1 :

Fresy Nugroho S.T., M.T:

- Memaparkan Kajian Tentang Teknik Menghilangkan Haze secara Matematis.

AMALIA DAMAYANTI (NIM. 15650055) :

- Mengapa komponen *Direct Attenuation* dan *Airlight* perlu di estimasi dalam menghilangkan *haze*?

LAILIATUS SANIAH (NIM. 15650057) :

- Bagaimana teknik untuk mendapatkan *transmission map*?

HAGAR PRILY TITANIA (NIM. 16650031):

- Apakah fungsi *transmission map*? Bagaimana teknik *filtering* dapat diterapkan?

Sesi ke 2 :

Juniardi Nur Fadila, S.Kom., M.T:

- Dilanjutkan Kajian Tentang Aplikasi Teknik yang di ajukan dalam penelitian

FITRI NURIYANTI (NIM. 16650032) :

- Bagaimana mengganti komponen *haze* yang telah dihilangkan pada citra digital?

MELSA KHAIRANI NASUTION (NIM. 16650050) :

- Bagaimana teknik untuk menghasilkan pemulihan citra digital ?

KEVIN ELMY AZIZ (NIM. 16650087):

- Bila dibandingkan dengan *ground truth*, setelah proses menghilangkan *haze*, seberapa akurat hasil yang telah dicapai?

Ketua Peneliti

Fresy Nugroho, S.T., M.T
NIP. 19710722 201101 1 001

Daftar Hadir Narasumber Progres Report Penelitian

Seminar Tahap 1 : KAJIAN TENTANG VISIBILITAS DAN PENGARUH HAZE PADA CITRA DIGITAL
 Hari/Tanggal : Kamis / 27 April 2017
 Tempat : Laboratorium Digital dan Robotik Teknik Informatika UIN Malang

No.	Waktu	Judul Presentasi	Tandatangan
1.	08.00 – 10.00 WIB	Kajian Tentang Visibilitas	
2.	10.00 – 12.00 WIB	Kajian Tentang pengaruh haze pada Citra Digital	

Seminar Tahap 2 : KAJIAN MODEL MATEMATIS HAZE DAN PENGARUH HAZE PADA VISIBILITAS
 Hari/Tanggal : Kamis / 04 Mei 2017
 Tempat : Laboratorium Digital dan Robotik Teknik Informatika UIN Malang

No.	Waktu	Judul Presentasi	Tandatangan
1.	08.00 – 10.00 WIB	Kajian Tentang Model Matematis <i>Haze</i>	
2.	10.00 – 12.00 WIB	Kajian Tentang Pengaruh <i>Haze</i> pada Visibilitas	

Seminar Tahap 3 : TEKNIK MENGHILANGKAN HAZE SECARA MATEMATIS DAN APLIKASI TEKNIK YANG DI AJUKAN DALAM PENELITIAN
 Hari/Tanggal : Rabu / 10 Mei 2017
 Tempat : Laboratorium Digital dan Robotik Teknik Informatika UIN Malang

No.	Waktu	Judul Presentasi	Tandatangan
1.	08.00 – 10.00 WIB	Kajian Tentang Teknik Menghilangkan Haze secara Matematis	
2.	10.00 – 12.00 WIB	Kajian Tentang Aplikasi Teknik yang di ajukan dalam penelitian	

Ketua Peneliti

Fresy Nugroho, S.T., M.T
 NIP. 19710722 201101 1 001

Makalah/paper ringkasan penelitian

Peningkatan Visibilitas Pada Penghilangan *Haze* Berbasis Perbedaan Warna Untuk Citra Digital Tunggal Danau Kawah Gunung Kelud

Fresy Nugroho, Juniardi Nur Fadila

Jurusan Teknik Informatika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Malang
Jl. Gajayana No. 50, Dinoyo, Kec. Lowokwaru, Malang, Jawa Timur 65149, Indonesia
Email : fresyss@gmail.com

ABSTRAK

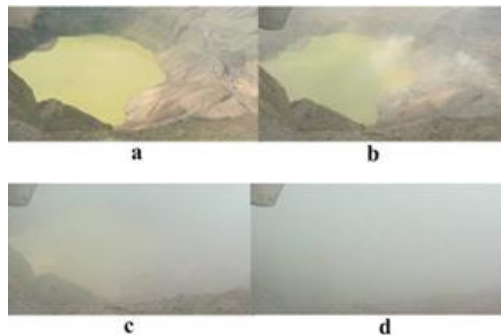
Sebuah gambar mengandung degradasi karena kabut, sehingga pengurangan kontras dan warna yang memudar. Pada penelitian ini, telah dirancang sebuah sistem yang mampu menghilangkan noise, efek kabut atau bisa disebut dengan *Dehazing*. Selain itu, gambar berisi sebuah sensor (pengukuran) kesalahan yang dapat diperkuat dalam proses penghapusan kabut, maka dari itu sebuah metode telah diusulkan untuk penghapusan kabut dari gambar yaitu metode berbasis perbedaan warna yang merupakan metode menghitung hasil filter dengan mempertimbangkan konten gambar penuntun, Perangkat lunak yang digunakan adalah software Matlab. Keluaran yang diperoleh adalah suatu gambar yang sudah dipisahkan dengan efek kabut dengan kualitas yang lebih baik.

Kata Kunci : *Dehazing, Noise, Color Attenuation Prior*

PENDAHULUAN

Gunung api Kelud berdasarkan data sejarah letusannya, diketahui memiliki daur kegiatan 15 sampai dengan 30 tahun, dan kegiatan letusan terutama terjadi di bagian kawah yang berisi air pada ketinggian >1600 m dpl dengan letusan yang sangat eksplosif mengakibatkan kerusakan yang dahsyat pada lahan pertanian, perkebunan, dan pemukiman termasuk sejumlah besar korban manusia tewas [1]. Sehingga perlu dilakukan monitoring pada danau kawah yang kontinyu.

Penggunaan kamera CCTV milik badan meteorology dan geofisika Jawa Timur untuk monitoring danau kawah gunung Kelud telah dilakukan. Namun, pengamatan danau kawah gunung Kelud menggunakan kamera CCTV masih berdasarkan pengamatan visual dari ahli yang bertugas jaga di pos terdekat. Sehingga, hasil pengamatan sangat tergantung pada kemampuan ahli, dan tidak dapat dilakukan secara terus menerus. Hasil survey awal yang dilakukan penulis, menunjukkan bahwa terdapat adanya gangguan berupa kabut pada citra CCTV seperti diperlihatkan dalam gambar 1.



Gambar 1

Gambar 1. Fenomena kabut pada kawah gunung kelud, dimulai dari (a) tanpa kabut, (b) kabut tipis, (c) kabut agak tebal dan (d) kabut tebal.

Sumber: CCTV kawah, badan meteorology dan geofisika Jawa Timur.

Setiap adanya kabut di suatu tempat akan berbeda kepadatannya dan sulit untuk dideteksi pada gambar kabur, *dehazing* citra bergambar adalah tugas yang menantang untuk diteliti. Awal penelitiannya menggunakan teknik tradisional pengolahan citra untuk menghilangkan kabut dari satu gambar berkabut misalnya metode *dehazing* berbasis histogram. [2, 3, 4]

Namun, efek *dehazing* terbatas, karena gambar kabur tunggal tidak dapat memberikan banyak informasi. Kemudian, peneliti mencoba untuk meningkatkan efek *dehazing* dengan beberapa gambar.

Dalam [5, 6] metode berbasis polarisasi digunakan untuk *dehazing* dengan beberapa gambar yang diambil dengan derajat yang berbeda dari polarisasi. Narasimhan dkk [7, 8, 9]. mengusulkan penghapusan kabut dengan pendekatan beberapa gambar dari adegan yang sama di bawah kondisi cuaca yang berbeda. Dalam [10, 11] *dehazing* dilakukan berdasarkan informasi mendalam yang diberikan.

Tan [12] mengusulkan metode penghapusan kabut dengan memaksimalkan kontras lokal dari gambar berdasarkan *Markov Random Field* (MRF). Meskipun pendekatan Tan mampu mencapai hasil yang mengesankan, ia cenderung untuk menghasilkan gambar jenuh.

Fattal [13] mengusulkan untuk menghapus kabut dari citra berwarna *Independent Component Analysis* (ICA), tetapi pendekatan ini memakan waktu dan tidak dapat digunakan untuk *grayscale dehazing* gambar. Selain itu memiliki beberapa kesulitan dengan gambar kabut yang padat.

He dkk [14, 15] menemukan Metode *Dark Channel Prior* (DCP) yang memiliki beberapa piksel yang intensitasnya sangat rendah dan mendekati nol. Dengan bantuan pengetahuan sebelumnya mereka menghilangkan distribusi ketebalan kabut, dan kemudian memulihkan citra kabut bebas dengan model hamburan atmosfer.

Dalam kebanyakan kasus pendekatan dengan DCP sangat efektif. Namun, tidak dapat dengan baik menangani gambar udara dan komputasi intensif

Tarel dkk [16] memperkenalkan pendekatan *dehazing* yang cepat berdasarkan pada filter median. Sayangnya, algoritma ini tidak dapat digunakan pada semua gambar kabur karena seperti asumsi sebelumnya yang tidak dapat dalam beberapa kasus. Selain itu, tidak adaptif karena terlalu banyak parameter yang harus dikontrol dalam pendekatan.

Dalam paper ini, kami mengusulkan *Color Attenuation Prior* dan *Dark Channel Prior* untuk *dehazing* gambar yang dapat membantu untuk membuat model linear untuk kedalaman adegan gambar kabur.

Model Hamburan Atmosfer

Untuk menggambarkan pembentukan citra kabur, model hamburan atmosfer, yang diusulkan oleh McCartney pada tahun 1976 [17] secara luas digunakan dalam visi komputer dan pengolahan citra. Narasimhan dan Nayar [18, 19] lebih lanjut berasal dari model, dan model dapat dinyatakan sebagai berikut:

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

$$t(\mathbf{x}) = e^{-\beta d(\mathbf{x})} \quad (2)$$

di mana I adalah gambar kabur, J adalah adegan cahaya yang mewakili citra kabut bebas, A adalah cahaya atmosfer, t adalah media transmisi, β adalah koefisien hamburan atmosfer dan d adalah kedalaman adegan. Sejak I diketahui, tujuan dehazing adalah untuk menghilangkan A dan t , kemudian mengembalikan J menurut Persamaan (1). kedalaman adegan d adalah informasi yang paling penting. Di satu sisi, karena β koefisien hamburan dapat dianggap sebagai konstan, media t transmisi dapat diperkirakan dengan mudah jika kedalaman adegan diberikan sesuai dengan Persamaan (2).

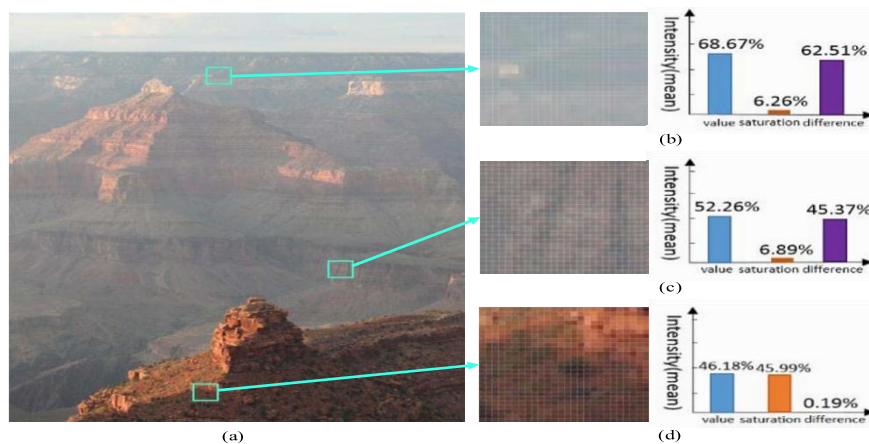
$$I(\mathbf{x}) = A, \quad d(\mathbf{x}) \rightarrow \infty \quad (3)$$

Persamaan (3) menunjukkan bahwa intensitas pixel, yang membuat kedalaman d cenderung infinity, dapat berdiri untuk nilai atmosfer cahaya A . Dalam kondisi ini, tugas dehazing dapat lebih dikonversi menjadi pemulihan informasi mendalam. Namun, itu adalah tugas yang menantang untuk mendapatkan peta kedalaman dengan gambar kabur tunggal.

Metode berbasis perbedaan warna

Suatu teknik untuk mendeteksi atau menghilangkan kabut dari suatu gambar. Dengan ditemukan adanya kecerahan dan kekuatan warna (saturasi) dalam suatu gambar kabur. [20]

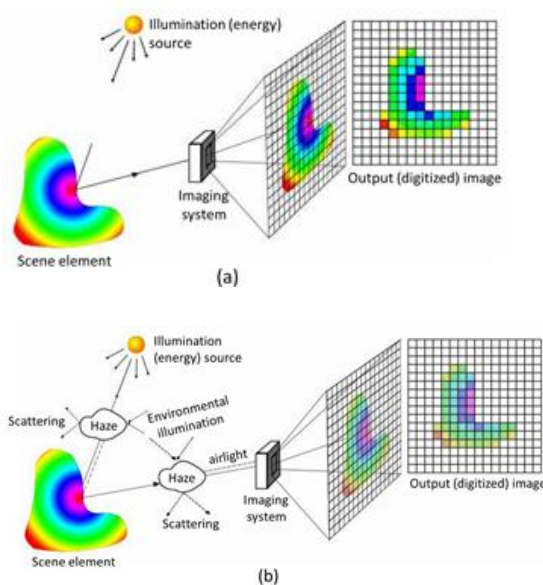
Kabut berkorelasi positif dengan perbedaan antara kecerahan dan saturasi. (A) Sebuah gambar yang kabur. (B) Patch di perbesar dari wilayah padat-kabut dan histogramnya. (C) Patch diperbesar dari wilayah cukup kabur dan histogramnya. (D) Patch diperbesar dari wilayah kabut-bebas dan histogramnya.



Gambar 2. Metode berbasis perbedaan warna

Gambar 2 memberikan contoh dengan pemandangan alam untuk menunjukkan bagaimana kecerahan dan saturasi piksel bervariasi dalam gambar kabur. Seperti diilustrasikan dalam Gambar 2 (d), di wilayah kabut-bebas, kejenuhan adegan cukup tinggi, kecerahan moderat dan perbedaan antara kecerahan dan saturasi mendekati nol. Tetapi diamati dari Gambar 2 (c) bahwa kejenuhan patch menurun tajam sementara warna adegan memudar di bawah pengaruh dari kabut, dan meningkat kecerahan pada saat yang sama menghasilkan nilai yang tinggi dari perbedaan.

Selanjutnya, Gambar 2 (b) menunjukkan bahwa di daerah padat-kabut, itu lebih sulit bagi kita untuk mengenali warna yang melekat dari tempat kejadian, dan perbedaan bahkan lebih tinggi dari itu pada Gambar 2 (c). Tampaknya bahwa tiga sifat (kecerahan, saturasi dan perbedaan) cenderung bervariasi secara teratur dalam gambar kabur tunggal menurut pengamatan ini.

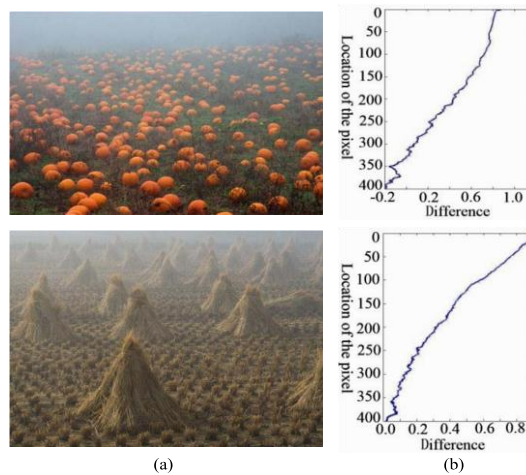


Gambar 3 Proses citra dalam kondisi bebas kabut dan berkabut

Pada gambar 3 Proses pencitraan bawah kondisi cuaca yang berbeda. (A) Proses pencitraan dalam cuaca cerah. (B) Proses pencitraan dalam cuaca berkabut.

Gambar 3 menggambarkan proses pencitraan. Dalam kondisi kabut bebas, unsur adegan ulang proyek-fl energi yang berasal dari sumber penerangan (misalnya, sinar matahari langsung, skylight menyebar dan cahaya tercermin oleh tanah), dan sedikit energi yang hilang saat mencapai sistem pencitraan.

Sistem pencitraan mengumpulkan kembali energi yang masuk tercermin dari adegan elemen dan berfokus itu ke bidang gambar. Tanpa di memengaruhi dari kabut, gambar luar biasanya dengan warna hidup (lihat Gambar 3 (a)). Dalam cuaca berkabut, sebaliknya, situasi menjadi lebih kompleks (lihat Gambar 3 (b)). Ada dua mekanisme (redaman langsung dan airlight) dalam pencitraan bawah cuaca berkabut [21]

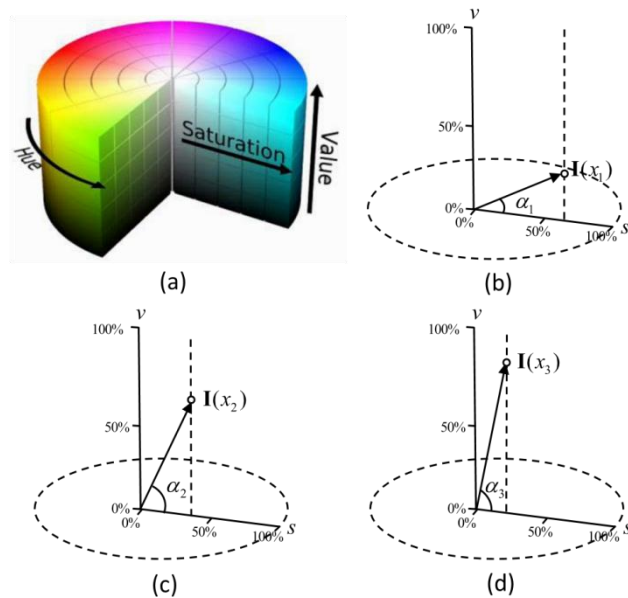


Gambar 4 Perbedaan kecerahan dan saturasi

Perbedaan antara kecerahan dan saturasi meningkat bersama dengan konsentrasi kabut. (A) Sebuah gambar yang kabur. (B) Perbedaan antara kecerahan dan saturasi.

$$d(\mathbf{x}) = \theta_0 + \theta_1 v(\mathbf{x}) + \theta_2 s(\mathbf{x}) + \varepsilon(\mathbf{x}) \quad (4)$$

di mana \mathbf{x} adalah posisi dalam gambar, d adalah kedalaman adegan, v adalah komponen kecerahan gambar kabur, s adalah komponen saturasi, $\theta_0, \theta_1, \theta_2$ adalah linear koefisien, ε adalah variabel acak pada gambar.



Gambar 5. Model warna HSV

Gambar 5, menunjukkan uraian secara geometris dari model warna HSV, dengan uraian sebagai berikut : (a) HSV model warna. (b) dekat kondisi adegan mendalam. (c) Kondisi moderat jauh. (d) Kondisi adegan kedalaman yang jauh. HSV mendefinisikan warna dalam terminologi *Hue*, *Saturation* *Value*. Keuntungan HSV adalah terdapat warna-warna yang sama dengan yang ditangkap oleh indra manusia. Sedangkan warna yang dibentuk model lain seperti RGB merupakan hasil campuran dari warna-warna primer. [22]

Kita tahu bahwa HSV memiliki 3 karakteristik pokok, yaitu Hue, Saturation dan Value. Yaitu *Hue* : menyatakan warna sebenarnya, seperti merah, violet, dan kuning dan digunakan menentukan kemerahan (*redness*), kehijauan (*greenness*), dsb. *Saturation* : kadang disebut chroma, adalah kemurnian atau kekuatan warna. *Value* : kecerahan dari warna. Nilainya berkisar antara 0-100 %. Apabila nilainya 0 maka warnanya akan menjadi hitam, semakin besar nilai maka semakin cerah dan muncul variasi-variasi baru dari warna tersebut.

Dalam teknik ini kecerahan dan kekuatan warna akan dilemahkan tanpa mempengaruhi dari kabut. Dari sisi lain redaman atau pelemahan langsung disebabkan oleh penurunan energi yang menyebabkan intensitas kecerahan rendah. Ini menunjukkan bahwa intensitas dalam gambar akan menurun dibawah pengaruh pelemahan langsung.

$$I(x) = J(x)t(x) + A(1 - t(x)) \quad (5)$$

Pada persamaan 5 dimana $I(x)$ Citra berkabut, $t(x)$ transmission Map, A Estimasi Airlight, dan $J(x)$ adalah citra bebas berkabut. Di mana fenomena atmosfer kabut, asap, debu dan partikel kering lainnya mengaburkan kejelasan objek pemandangan. pencahayaan lingkungan cenderung keruh dan airlight putih terbentuk. Ternyata gambar yang diambil dalam cuaca buruk lebih terang dan warna objek pemandangan memudar dalam derajat yang berbeda. Kecerahan piksel dalam gambar yang kabur menjadi jauh lebih tinggi dari dalam adegan nyata, dan saturasi piksel ini cukup rendah.

Guided Image Filter

Guided Image filter merupakan metode menghitung hasil *filter* dengan mempertimbangkan konten gambar penuntun, yang merupakan gambar *input* itu sendiri atau gambar lain yang berbeda. *Guided Image filter* secara alami memiliki algoritma cepat, bergantung dari ukuran *kernel* (inti) dan kisaran intensitas. Saat ini, metode ini adalah salah satu *edge-preserving filter* (teknik pengolahan citra untuk menghaluskan tekstur dan mempertahankan ketajaman tepi) tercepat.

Guided image filtering adalah teknik penyaringan gambar yang mengambil dua *input*, yaitu *input* gambar yang perlu ditingkatkan dan koefisien *filter* untuk pengolahan gambar. Koefisien *filter* dalam metode *guided image filter* bersifat tidak tetap dan ditentukan menggunakan gambar pembimbing. Dalam hal ini, gambar pembimbing merupakan gambar masukan itu sendiri.

Menurut Kaiming He [24], *Guided Image Filter* diawali dengan mendefinisikan proses *filtering translation-variant* linier, yang melibatkan *guidance image* (gambar bimbingan) I , citra *input filtering* p , dan citra *output* q . Baik I dan p sudah ditentukan sebelumnya sesuai dengan aplikasinya, maka di dapat suatu algoritma yaitu f_{mean} merupakan *mean filter* dengan radius *window* r . dengan *abbreviations of correlation* (*corr*), *variance* (*var*), dan *covariance* (*cov*) mengindikasikan makna *intuitive* dari variabel tersebut.

Algoritma *Guided Image filter*.

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

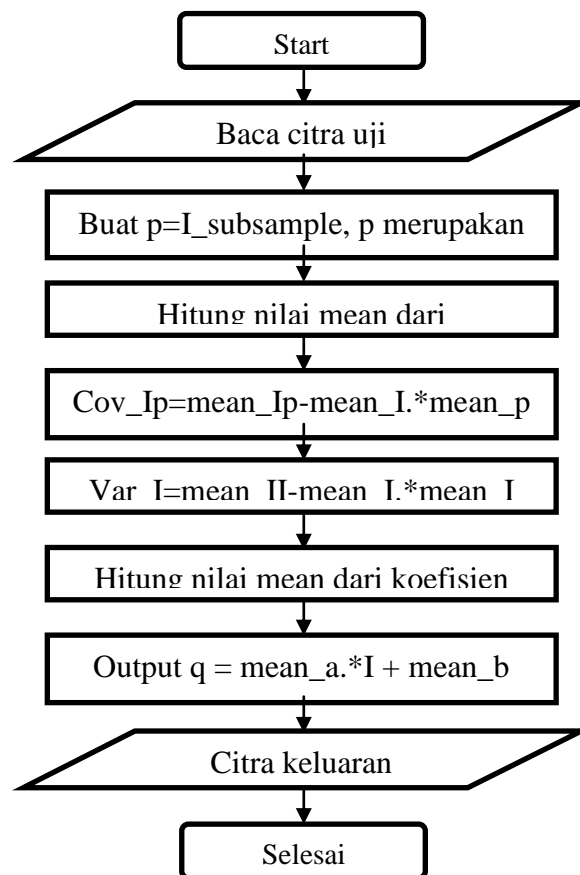
Keluaran: *filtering output* q .

$$I: \quad mean_1 = f_{mean}(I)$$

$$mean_p = f_{mean}(p)$$

- $$corr_1 = f_{mean}(I.*I)$$
- $$corr_{I_p} = f_{mean}(I.*p)$$
- 2: $var_I = corr_1 - mean_I.*mean_I$
 $cov_{I_p} = corr_{I_p} - mean_I.*mean_p$
- 3: $a = cov_{I_p} / (var_I + \epsilon)$
 $b = mean_p - a.*mean_I$
- 4: $mean_a = f_{mean}(a)$
 $mean_b = f_{mean}(b)$
- 5: $q = mean_a.*I + mean_b$

Dimana f_{mean} merupakan *mean filter* dengan *wide variety of $O(N)$ Time methods*. Dengan *flowchart* proses *guided image filter* sebagai berikut :



Flowchart dari proses filter menggunakan *guided image filter* dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Langkah pertama dalam operasi *guided image filtering* adalah inisialisasi parameter. Parameter meliputi parameter regularisasi, epsilon (epsilon standar = 0.1), luas citra, lebar

citra dan nilai ambang yang telah ditetapkan. Nilai ambang yang telah ditetapkan adalah $0.0003 = 0,1 * 0,003$. Setelah inisialisasi, citra W putih terbentuk dengan ukuran yang sama dengan citra input.

2. Baca citra uji, kita beri nama I, citra ini akan berfungsi sebagai citra *guided*.
3. Buat $p=I$, dimana p merupakan citra *filter* yang juga dalam format *greyscale*.
4. Hitung nilai mean dari I, p, $I*p$.
5. Hitung nilai covariance dari (I, p) menggunakan formula: $cov_{Ip} = mean_{Ip} - mean_I .* mean_p$;
6. Hitung nilai mean dari ($I*I$) dan gunakan nilainya untuk menghitung nilai covariance menggunakan formula: $var_I = mean_{II} - mean_I .* mean_I$.
7. Kemudian hitung nilai dari a, b yang merupakan koefisien linier.
8. Kemudian hitung nilai mean dari a dan b.
9. Terakhir akan diperoleh hasil dari proses filter q dengan menggunakan mean dari a dan b dengan formula: $q = mean_a .* I + mean_b$;

Fast Guided Filter

Adalah metode turunan dari guided image filter yang menghitung hasil filter dengan mempertimbangkan konten gambar penuntun. Tetapi metode ini mempunyai kecepatan 10x lebih cepat dan memiliki kualitas yang bagus dan mudah untuk di implementasikannya. [25] Dengan keunggulan kecepatannya kami berharap percepatan ini akan meningkatkan kinerja aplikasi saat ini. Ini adalah algoritma *Fast Guided Filter* dari Kaiming He :

$$\begin{aligned}
 I' &= f_{\text{subsample}}(I, s) \\
 P' &= f_{\text{subsample}}(P, s) \\
 r' &= r/s \\
 mean_1 &= f_{\text{mean}}(I', r') \\
 mean_p &= f_{\text{mean}}(p', r') \\
 corr_1 &= f_{\text{mean}}(I' .* I', r') \\
 corr_{I_p} &= f_{\text{mean}}(I' .* p', r') \\
 var_I &= corr_1 - mean_1 .* mean_1 \\
 cov_{I_p} &= corr_{I_p} - mean_1 .* mean_p \\
 a &= cov_{I_p} / (var_I + \epsilon)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
b &= mean_p - a.*mean_l \\
mean_a &= f_{mean}(a, r') \\
mean_b &= f_{mean}(b, r') \\
mean_a &= f_{upsample}(mean_a, s) \\
mean_b &= f_{upsample}(mean_b, s) \\
q &= mean_a.*I + mean_b
\end{aligned}$$

Algoritma FGF diatas sama dengan algoritma GF tetapi algoritma ini ada penambahan *subsample* dan *upsample* yang digunakan untuk mempercepat ketajaman dengan resolusi yang telah di tentukan. Keunggulan utama dari FGF ini kecepatan waktunya yang sangat cepat di bandingkan dengan GF.

Kami melihat bahwa percepatan ini merupakan metode sederhana tapi signifikan. Strategi percepatan ini sempat disebutkan dalam [26] untuk *filtering*. Metode ini citra *input filtering* dan citra bimbingan, menghitung koefisien linear lokal, dan upsamples koefisien. Koefisien yang *upsampled* diadopsi pada gambar bimbingan asli untuk menghasilkan *output*.

Metode percepatan ini sangat disukai untuk gambar mega-pixel, dimana ukuran filter biasanya ditetapkan sebagai sebanding dengan ukuran dalam gambar. Dengan demikian pada gambar subsampled masih bisa memberikan cukup piksel untuk komputasi statistik lokal. Mengingat pertumbuhan penggunaan filter dalam produk nyata kami berharap percepatan sederhana ini akan meningkatkan kinerja aplikasi dan lebih mempopulerkan teknik filtering ini.

HASIL

Dalam penelitian ini, kami menggunakan metode berbasis perbedaan warna yang di implementasikan ke FGF dengan *filter* dipandu gambar dari [24] untuk memproses gambar. Proses *dehazing* dilakukan dengan menggunakan PC dengan prosesor Intel Core i5, CPU 1,70 GHz, RAM 4 GB dan grafis NVIDIA GeForce 740M dan gambar data dari CCTV kamera model Axis Q1755-E Network Camera dengan resolusi 1280 x 720 dan 10 x optik dan 12 x digital, total 120 x zoom. Dari berbagai percobaan mulai dari kabut tipis, sedang, dan tebal dengan implementasi *Fast Guided Filter* dan *Guided Filter Color* dengan resolusi dan *patch* yang berbeda, dari sisiktu komputasi dapat di diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 4.3 Komputasi Waktu

Waktu	<i>Guided Filter</i>			<i>Fast Guided Filter</i>		
	Kabut Tipis	Kabut Sedang	Kabut Tebal	Kabut Tipis	Kabut Sedang	Kabut Tebal
Percobaan 1	16.1983	18.1616	17.88	2.66126	2.77825	2.6797
Percobaan 2	16.2216	16.5248	16.8555	2.66394	2.5577	2.4908
Percobaan 3	15.9633	18.5491	16.822	2.67988	2.74225	2.45701
Percobaan 4	16.1573	18.6395	16.5313	2.64548	2.78825	2.46626
Percobaan 5	15.9835	18.6291	16.4582	2.59654	3.2352	2.48584
Percobaan 6	16.1028	18.671	18.2879	2.66	2.79451	2.73246
Percobaan 7	15.983	17.3669	18.2295	2.71556	2.61128	2.63418
Percobaan 8	16.0343	17.2828	18.1144	2.66716	2.5588	2.6404
Percobaan 9	16.0965	17.4133	18.9611	2.593	2.6078	2.72405
Percobaan 10	16.3744	16.6201	16.7186	2.6113	2.56067	2.50735
Percobaan 11	18.2814	16.6431	16.7207	2.89788	2.52395	2.54712
Percobaan 12	19.6037	16.8431	16.7083	3.26171	2.55488	2.45757
Percobaan 13	16.4346	16.9713	16.88	2.6004	2.57644	2.5071
Percobaan 14	16.7473	16.6062	16.7237	2.73167	2.57247	2.47312
Percobaan 15	16.8167	16.9118	16.5479	2.59049	2.56695	2.47708
Percobaan 16	16.6902	16.8497	16.5855	2.62655	2.55779	2.51247
Percobaan 17	16.6864	16.9975	17.0314	2.62993	2.56495	2.52645
Percobaan 18	17.044	16.6351	16.8479	2.71538	2.59954	2.4591
Percobaan 19	16.5759	16.7854	16.5452	2.64186	2.63087	2.50824
Percobaan 20	16.6861	17.4894	16.436	2.71948	2.67604	2.49431
Total	332.6813	346.591	341.885	53.9095	53.0586	50.7806
Rata-rata	16.63407	17.3295	17.0943	2.69547	2.65293	2.53903

Tabel 4.1 Menunjukkan hasil waktu komputasi dari 20 kali percobaan dengan data kabut tipis, kabut sedang dan kabut tebal. Maka di peroleh hasil kabut tipis dengan waktu rata-rata 16.63407, kabut sedang 17.3295, kabut tebal 17.0943 dengan *guided filter*. Sedangkan *fast guided filter* kabut tipis di dapat hasil yang lebih cepat yaitu 2.69547 begitu juga dengan kabut sedang 2.65293 dan kabut tebal 2.53903. Maka dapat di simpulkan ada perbedaan waktu yang signifikan antara *guided filter* dan *fast guided filter*.

Kemudian dilakukan perobaan untuk *patch size* yang berbeda yaitu patch size : 15, 30 dan 45. Kesimpulan dari beberapa percobaan dengan R yang berbeda di mulai dari R=15, 30, 45 dengan percobaan 20 kali setiap data. Maka diperoleh hasil rata-rata di perhatikan dalam tabel 4.2, di bawah ini:

Tabel 4.2 Rata-rata komputasi waktu R 15, 30, 45

Waktu	<i>Guided Filter</i>			<i>Fast Guided Filter</i>		
	Kabut Tipis	Kabut Sedang	Kabut Tebal	Kabut Tipis	Kabut Sedang	Kabut Tebal
R 15	4.09741	4.07435	3.90034	2.67955	2.57289	2.46467
R 30	8.546566	8.59324	8.6111	2.46133	2.57382	2.36953
R 45	17.58001	18.4644	17.7038	2.58419	2.52305	2.52264

Berdasarkan tabel 4.2 diatas, dapat di lihat bahwa untuk *patch size* yang berbeda, pada *patch size* = 15, maka *fast guided filter* lebih cepat 2 kali lipat dibandingkan menggunakan *guided filter*. Untuk *patch size* = 30, maka *fast guided filter* lebih cepat 4 kali lipat dibandingkan menggunakan *guided filter*. Untuk *patch size* = 45, maka *fast guided filter* lebih cepat 9 kali lipat dibandingkan menggunakan *guided filter*.

Kesimpulan dan saran

Berdasarkan beberapa percobaan atau pengujian implements *Guided Filter* dan *Fast Guided filter* pada metode berbasis perbedaan warna di dapat kesimpulan sebagai berikut:

4. Maka di peroleh hasil kabut tipis dengan waktu rata-rata 16.63407, kabut sedang 17.3295, kabut tebal 17.0943 dengan *guided filter*. Sedangkan *fast guided filter* kabut tipis di dapat hasil yang lebih cepat yaitu 2.69547 begitu juga dengan kabut sedang 2.65293 dan kabut tebal 2.53903. Maka dapat di simpulkan ada perbedaan waktu yang signifikan antara *guided filter* dan *fast guided filter*.
5. Pada *patch size* yang berbeda maka dari sisi waktu komputasi dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: pada *patch size* = 15, maka *fast guided filter* lebih cepat 2 kali lipat dibandingkan menggunakan *guided filter*. Untuk *patch size* = 30, maka *fast guided filter* lebih cepat 4 kali lipat dibandingkan menggunakan *guided filter*. Untuk *patch size* = 45, maka *fast guided filter* lebih cepat 9 kali lipat dibandingkan menggunakan *guided filter*.
6. Dari percobaan yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan, bahwa penerapan *fast guided filter* terbukti memberikan hasil pemrosesan yang lebih cepat. Dan dapat disimpulkan pula bahwa semakin besar nilai *patch size* yang diterapkan, maka menggunakan metode *fast guided filter* akan memberikan peningkatan waktu komputasi yang signifikan lebih cepat.

Saran

Dalam penelitian ini masih terdapat beberapa kekurangan. Untuk pengembangan lebih lanjut terdapat saran-saran sebagai berikut ini.

4. Penelitian selanjutnya dapat diukur dari sisi *Mean Square Error* (MSE) dan *Peak to Signal Noise Ratio* (PSNR) dengan tetap menguji pada kabut tipis, sedang dan tebal.
5. Perlu dilakukan penelitian berdasarkan pendekatan warna yang berbeda, misalkan menggunakan CIE Lab, *color constancy*, *color line* dll.
6. Penelitian selanjutnya dapat diterapkan pada citra video, karena pada penelitian ini hanya diuji cobakan untuk citra digital tunggal.

Referensi

- [1] S. d. Kadarsetia, Karakteristik kimiawi air danau kawah Gunung Api Kelud, Jawa Timur pasca letusan tahun 1990., Jurnal Geologi Indonesia, Vol. 1 No. 4, 2006.
- [2] T. K. Kim, J.K.Paik, and B.S.Kang "Contrast enhancement system using spatially adaptive," *IEEE TCE* , vol. 44, pp. 82-87, 1998.
- [3] J.A Stark, "Adaptive image contrast enhancement using generalizations of histogram," *IEEE TIP9*, vol. 5, pp. 889-896, 2000.
- [4] J. Y. Kim, L.S.Kim, and S.H. Hwang "An advanced contrast enhancement using partially overlapped sub-block histogram equalization," *IEEE TCSVT11*, vol. 4, pp. 475-484, 2001.
- [5] Y. Y. Schechner, S. G. Narasimhan and S.K.Nayar "nstant dehazing of images using," *In Proc. CVPR*, 2001.
- [6] S. Shwartz, E.Namer and Y. Y. Schechner " Blind haze separation,," *In Proc. CVPR* , vol. 2, pp. 1984-1991, , 2006..
- [7] S. G. Narasimhan and S. K. Nayar, "Chromatic framework for vision in bad weather," *n Proc. CVRP*, 2000.
- [8] S. K. Nayar and S. G. Narasimhan Vision in bad weather., " *In Proc. ICCV* , , 1999..
- [9] S. G. Narasimhan, "S. G. Narasimhan, and S. K. Nayar., " *IEEE*, vol. 6, pp. 713-724, 2003..
- [10] S. K. Nayar and S. G. Narasimhan "nteractive deweathering of an image using physical," vol. 6, 2003.
- [11] J. Kopt et al, "Deep photo: Model-based photograph enhancement and viewing., " *ACM Transactions on Graphics*, 2008.
- [12] R. T. Tan, "Visibility in bad weather from a single image., " *In Proc. CVPR* , , 2008..
- [13] R. Fattal., "Single image dehazing," *ACM Transactions on Graphics*, 27(3), , 2008..
- [14] Jian Sun, Keiming He, "Single image haze removal using dark channel prior," *IEEE*, pp. 2341-2353, 2011.
- [15] Jian Sun and Kaiming He, "Guided image filtering," *In Proc. ECCV*, pp. 1-14, 2010.
- [16] P. Tarel, "Fast visibility restoration from a single color or gray level image," *In Proc. ICCV*, 2009.
- [17] E. J. McCartney., "Optics of the atmosphere: scattering by molecules and particles," 1976 New York.
- [18] S. G. Narasimhan and K. Nayar, "Vision in bad weather," 1999.
- [19] S. G. Narasimhan and K. Nayar, "Vision and the atmosphere," pp. 233-254, 2002.
- [20] Jiaming Mai, Ling Shao and Qingsong Zhu, "A Fast Single Image Haze Removal Algorithm Using Color Attenuation Prior," *IEEE*, vol. 24, p. 2, Novemver 2015.
- [21] S. G. Narasimhan and S. K. Nayar, "Contrast restoration of weather," *IEEE*, 2003.
- [22] A. Kadir, Teori dan Aplikasi Pengolahan Citra, Yogyakarta, 2013.
- [23] K. He, Single Image Haze Removal Using Dark Channel Prior, Hongkong, 2011.
- [24] Jian Sun and Kaiming He, Guided Image Filter, Hongkong.
- [25] J. S. Kaiming He, Fast Guided Filter, Hongkong, 2015.
- [26] J. S. a. X. T. K. He, Guided image filtering, 2013.

