

LAPORAN
PENELITIAN PENGUATAN PROGRAM STUDI

**Penerapan Teknologi Berbasis Hardware dan Software Untuk Mendeteksi
Data Multidimensi Multi Atribut**

Sub Judul :

**Pembuatan Foto Udara Format Kecil Danau Kawah Gunung Kelud
Setelah Erupsi 2014 Menggunakan QUADCOPTER**

Disusun Oleh : Fresy Nugroho, S.T., M.T NIP. 197107222011011001
Satriyo Hananto NIM. 11650017



FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2016

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN PENGUATAN PROGRAM STUDI

1. Judul Penelitian : Penerapan Teknologi Berbasis Hardware dan Software Untuk mendeteksi Data Multi Dimensi Multi Atribut
2. Ketua Peneliti : Dr. Muhammad Faisal, S.kom, MT
3. Peneliti & Sub
Judul Penelitian : Fresy Nugroho
NIP. :197107222011011001
Pembuatan Foto Udara Format Kecil Danau Kawah Gunung Kelud Setelah Erupsi 2014 Menggunakan QUADCOPTER
4. Bidang Ilmu : Penelitian Terapan
(penelitian)
5. Nama Mahasiswa : Satriyo Hananto NIM. 11650017
6. Jurusan : Teknik Informatika
7. Lama Kegiatan : 6 Bulan
8. Biaya yang
diusulkan : Rp. 11.250.000,-

Disahkan,
Dekan
Fakultas Sains dan Teknologi

Malang, 15 November 2016

Peneliti,

Dr. Hj. Bayyinatul M, M.Si
NIP. 19710919 200003 2 001

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

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/c
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, 15 November 2016

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/c
Tempat; Tgl. Lahir : Sidoarjo, 22 Juli 1971
Judul Penelitian : Pembuatan Foto Udara Format Kecil Danau Kawah Gunung Kelud Setelah Erupsi 2014 Menggunakan QUADCOPTER

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 Penguatan Program Studi tahun 2016.

Demikian surat pernyataan ini, Saya buat sebagaimana mestinya.

Malang, 15 November 2016

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/c
Fakultas/Jurusan : Fakultas Saintek / Jurusan Teknik Informatika
Jabatan dalam Penelitian : Peneliti

Dengan ini menyatakan bahwa:

1. Saya sanggup menyelesaikan dan menyerahkan laporan hasil penelitian sesuai dengan batas waktu yang telah ditetapkan (15 November 2016);
2. Apabila sampai batas waktu yang ditentukan saya/kami belum menyerahkan laporan hasil, maka saya sanggup mengembalikan dana penelitian yang telah saya terima.

Malang, 15 November 2016

Peneliti

Materai Rp. 6000,-

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

Abstrak

Pengamatan kawah gunung Kelud menggunakan closed-circuit television (CCTV) belum dijadikan sebagai panduan utama dalam dunia vulkanologi. Hal ini disebabkan oleh pengamatan secara manual oleh ahli vulkanologi yang bersifat tidak tentu dan tergantung kemampuan serta pengalaman. Dalam praktiknya, masih terdapat kendala kabut pada CCTV yang direkam pada stasiun pengawas. Penelitian ini mengajukan metode dark channel prior untuk menghilangkan kabut pada citra digital. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa metode yang dipilih mampu menghilangkan kabut tipis, sedang namun bukan kabut tebal.

Kata kunci : *kawah gunung Kelud, closed-circuit television, kabut dan dark channel prior*

Abstract

Kelud crater observation using closed-circuit television (CCTV) has not been used as the main guide in the world of volcanology. This is caused by observations manually by volcanologist who is not certain and depends on their ability and experience. In practice, there is still obstacles haze in the image taken from CCTV record. This paper present color attenuation prior method to eliminate haze on the digital image. The results obtained showed that the selected method is capable of eliminating sparse haze and moderate haze but not dense haze.

Keyword : *Kelud crater, closed-circuit television, haze and dark channel prior*

Daftar isi

| | |
|--|----|
| Abstrak | |
| Abstract | |
| BAB I. PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3. Batasan Masalah | 3 |
| | |
| BAB II KAJIAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1. Gunung Kelud | 8 |
| 2.2. Lokasi Kawah Gunung Kelud | 9 |
| 2.3. Konfigurasi Danau Kawah Gunung Kelud | 10 |
| 2.4. <i>State of The Art</i> | 12 |
| 2.5. Model untuk hamburan tunggal di udara | 15 |
| 2.6. Teori <i>Haze</i> | 20 |
| 2.7. <i>Dark channel prior</i> | |
| 2.8. <i>Noise layer</i> | |
| 2.9. <i>PSNR</i> dan <i>MSE</i> | |
| | |
| BAB III METODE PENELITIAN | 21 |
| 3.1. Metoda Yang Diusulkan | 23 |
| 3.2. Kontribusi Penelitian | 25 |
| 3.3. Luaran Penelitian | 28 |
| 3.4. Instrumen Pengujian Penelitian | 30 |
| | |
| BAB IV HASIL PENELITIAN | 32 |
| 4.1. Kabut tipis | 35 |
| 4.2. Kabut sedang | 42 |
| 4.3. Kabut tebal | 46 |
| 4.4. <i>MSE</i> | 48 |
| 4.5. <i>PSNR</i> | 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 sejarah letusan gunung api Kelud diketahui bahwa daur kegiatan gunung api Kelud berkisar antara 15 sampai dengan 30 tahun, dan kegiatan letusan terutama terjadi di bagian kawah yang berisi air pada ketinggian >1600 m dpl dengan letusan berupa semburan lahar primer mencapai suhu 200° C[1,2]. Begitu eksplosifnya letusan dan ditambah oleh keterlibatan air danau bervolume relatif besar mengakibatkan kerusakan yang dahsyat pada lahan pertanian, perkebunan, dan pemukiman termasuk sejumlah besar korban manusia tewas.

Beberapa penelitian tentang gunung kelud, antara lain pengamatan tentang sebaran hiposentrum pada tahun 2007 pada gunung kelud yang terjadi saat muncul gempa volcano-tectonic, berdasarkan perubahan warna danau kawah dari hijau kekuningan[3], pemodelan karakteristik geofisikal pada kaldera gunung Kelud setelah erupsi 2007, berdasarkan model resistivitas dan model magnetic[4], monitoring berkelanjutan tentang danau dan parameter meteorological pada gunung Kelud sebelum erupsi 2007[5], pengamatan keadaan gunung Kelud sebelum erupsi 2007 berdasarkan observasi radar Insar L-Band[6], penggunaan system monitoring sebelum dan sesudah terjadinya erupsi gunung Kelud 13 Februari 2014 berdasarkan tiltmeter dan CCTV yang tersebar dengan menambahkan perangkat untuk mengamati lahar dan aktivitas kawah[7], Pengamatan osilasi resonan atmosfer hingga erupsi 2014 gunung Kelud berdasarkan kandungan ionosfer dan sinyal seismic menggunakan satelit[8], pemodelan debu dan awan es selama terjadinya erupsi gunung Kelud 2014 berdasarkan pengamatan IASI dan AVHRR/3[9].

Dari beberapa penelitian tersebut diatas, penelitian yang fokus pada danau kawah gunung kelud[3,5,7] memiliki beberapa kekurangan yaitu : deteksi berdasarkan perubahan warna danau kawah untuk mengetahui sebaran hiposentrum, namun dilakukan pada tahun 2007[3], pengamatan berdasarkan pengambilan sampel air danau kawah harus mengambil sampel secara langsung[5], menambah perangkat untuk mengamati lahar dan aktivitas kawah dengan posisi yang sifatnya terlalu menyebar[7]. Sedangkan Rouwet dkk[10], berhasil memetakan beberapa penelitian dengan fokus pada danau kawah gunung berapi, namun tidak

spesifik untuk gunung kelud. Serta dalam penelitian tersebut, lebih banyak menggunakan citra satelit dibandingkan pengamatan menggunakan kamera.

Berdasarkan uraian diatas, peneliti mengajukan penggunaan *quadcopter* untuk melakukan foto udara agar dapat menjangkau seluruh sisi kawah gunung kelud. Namun, saat peneliti berada di lokasi danau kawah gunung kelud, tidak diperbolehkan menguji coba pengambilan gambar menggunakan *quadcopter* yang sudah dipersiapkan. Sehingga peneliti memutuskan untuk menggunakan gambar/citra yang dimiliki badan meteorology dan geofisika Jawa Timur. Dari gambar yang dieproleh, ternyata masih terdapat kendala yaitu, gambar danau kawah pada saat-saat tertentu tertutup kabut. Kabut ini memiliki ketebalan yang berbeda. Sehingga menyulitkan untuk mendapatkan informasi yang ada dalam gambar tersebut. Sehingga peneliti akan fokus pada penghapusan kabut pada citra digital tunggal danau kawah gunung kelud menggunakan CCTV yang terpasang di lokasi kawah gunung kelud milik badan meteorology dan geofisika Jawa Timur.

Metode *dehazing* merupakan bidang penelitian yang menantang, hingga kini masih terus diteliti dan dikembangkan. Antara lain Tan [11] melakukan observasi dan menyatakan bahwa citra yang bebas *haze* lebih kontras dibandingkan citra yang mengandung *haze*, serta mampu memaksimalkan kontras dalam region lokal dari citra masukan. Fattal [12] mampu mencapai hasil yang baik dengan mengasumsikan bahwa transmisi dan bayang-bayang pada permukaan secara lokal tidak berhubungan. Berdasarkan asumsi ini, dia memperoleh *transmission map* melalui *independent component analysis*. Namun metode ini mengalami kesulitan pada daerah yang mengandung sangat banyak *haze*. Akhirnya, pendekatan yang sangat baik diajukan He, dkk[13] dimana mereka menggunakan piksel gelap dalam *window* lokal *dark pixels* untuk menghasilkan estimasi kasar dari *transmission map* di ikuti dengan langkah perbaikan menggunakan teknik citra *matting* [14]. Metode [11-14] memperoleh hasil setara dengan atau melebihi algoritma lainnya dan bahkan berhasil untuk kejadian yang sangat banyak *haze*. Sebagai perbandingan diperlihatkan tiga metode tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan pengamatan hasil citra yang diperoleh dari lokasi kawah gunung kelud, maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

Bagaimana menghilangkan kabut atau *dehazing* pada citra tunggal CCTV yang digunakan untuk monitoring danau kawah gunung kelud menggunakan metode *dark channel prior* ?

1.3. Batasan Masalah

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

1. Citra digital yang digunakan sebagai penelitian awal diperoleh dari CCTV milik badan meteorology dan geofisika yang telah dipasang pada danau kawah gunung kelud.
2. Sebelum menerjemahkan informasi yang terkandung dalam citra digital kawah gunung kelud, maka akan dilakukan preprossesing berupa penghilangan kabut atau *dehazing*.

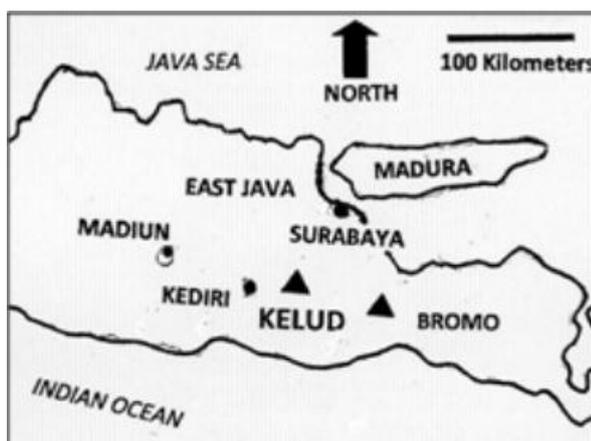
BAB II KAJIAN PUSTAKA

2.1. Gunung Kelud

Secara administratif Gunung Api Kelud terletak di Kabupaten Kediri, Blitar, dan Malang, Provinsi Jawa Timur (Gambar 1), sedangkan secara geografis terletak pada $7^{\circ}56'$ LS dan $112^{\circ}18'30''$ BT dengan ketinggian puncak 1.113,9 m di atas permukaan laut (dpl). Gunung api ini berbentuk strato yang diklasifikasikan sebagai gunung api aktif tipe A bersifat freato magmatik sampai magmatik.

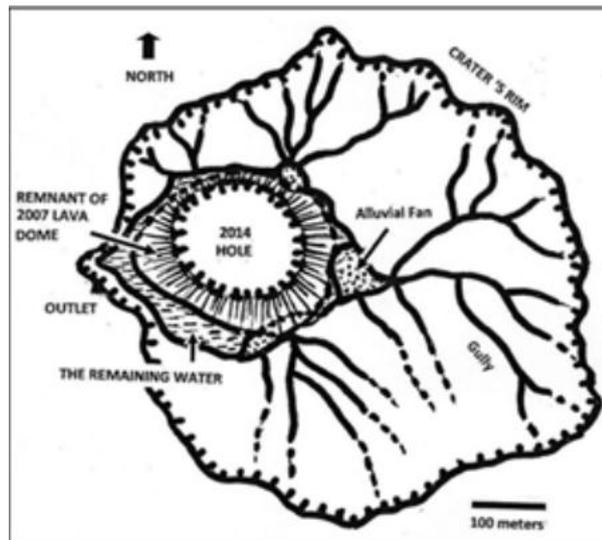
Secara morfologis, Gunung Api Kelud ditandai oleh keberadaan beberapa bekas kawah yang tumpang tindih berbentuk tapal kuda di bagian tertentu. Hal ini mencirikan bahwa telah terjadi erupsi secara berulang dan bersifat eksplosif. Telah teridentifikasi sebuah danau kawah pada ketinggian + 1.200 m yang 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.

Interpretasi penginderaan jauh dari data yang tersedia menyebabkan penyusunan peta skematis dengan skala asli dari 1: 1.000 (Gambar 2). Peta dalam gambar 1 menunjukkan hasil sebagai berikut:



Gambar 1. Letak Gunung Kelud secara administrative

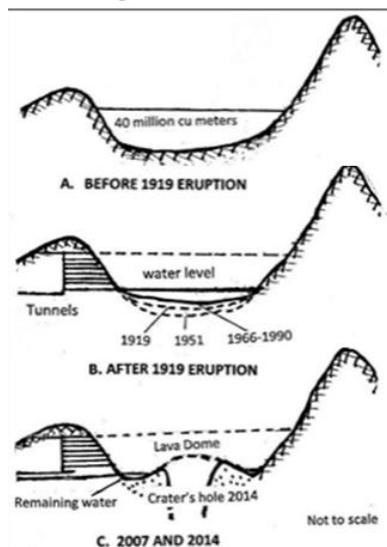
2.2. Lokasi Kawah Gunung Kelud



Gambar 2: Peta yang menunjukkan konfigurasi morfologis kawah setelah erupsi 14 April 2014. Skala 1: 1,000 dibuat oleh Badan Survey Vulkanologi Indonesia.

Kubah lava terletak di tengah danau kawah. Posisi tersebut menyebabkan air danau mengalir melalui terowongan dan hanya tersisa sebagian kecil di bagian Selatan-Barat. Lokasi ini merupakan *outlet* dari danau kawah, yang untungnya tetap utuh. Kubah mencakup hampir seluruh lantai danau. Berdasarkan peta topografi, ukuran diameter kubah melebihi 300 meter. Konfigurasi bawah kawah dikendalikan bentuk dasar lava kubah membentuk agak memanjang di arah Timur-Barat. Diameter lebih pendek sekitar 200 meter sekitar arah Utara-Selatan. Sebagaimana diperlihatkan dalam gambar 2.

2.3. Konfigurasi Danau Kawah Gunung Kelud



Gambar 3: Sketsa yang menunjukkan perkembangan konfigurasi kawah sebelum dan setelah erupsi 1919 dan situasi saat ini yang menunjukkan kubah lava dan lobangnya

Konfigurasi bawah kawah berubah karena letusan. 1951 Letusan telah menurunkan bagian bawah sekitar 79 meter, yang mengakibatkan tambahan 20,1 juta meter kubik volume kawah (Alzwar, 1985). Situasi ini sangat dipengaruhi terowongan pengeringan dibangun setelah letusan tahun 1919 untuk mengurangi volume air danau sampai 2 juta meter kubik, yang kemudian diperlukan rekonstruksi dan perbaikan. Namun, masalah teknis menghambat pembangunan terowongan ke tingkat yang lebih rendah. Oleh karena itu, volume air danau tetap sekitar 20 juta meter kubik pada letusan tahun 1966 dan 1990. Gambar 3 menunjukkan perkembangan konfigurasi lantai kawah sebelum dan sesudah letusan tahun 1919, letusan dibatalkan tahun 2007 dan akhirnya letusan 2014.

2.4. State of The Art

Gambar di luar ruangan yang diambil dalam cuaca buruk (misalnya, *foggy* atau *hazy*) biasanya kehilangan kontras dan *fidelity*, yang dihasilkan dari fakta bahwa cahaya diserap dan disebar oleh media keruh seperti partikel dan tetesan air di atmosfer selama proses propagasi. Selain itu, sistem yang paling otomatis, yang sangat tergantung pada definisi gambar masukan, gagal untuk bekerja secara normal disebabkan oleh gambar yang mengalami degradasi. Oleh karena itu, untuk meningkatkan teknik penghapusan kabut pada gambar akan menguntungkan guna memahami informasi yang banyak pada gambar dan aplikasi visi komputer seperti citra udara [1], klasifikasi citra [2] - [5], pengambilan informasi dari gambar/video [6] - [8], penginderaan jauh [9] - [11] serta analisis dan pengenalan video [12] - [14].

Karena konsentrasi kabut berbeda dari satu tempat ke tempat lain dan sulit untuk mendeteksi pada gambar berkabut, dehazing pada gambar merupakan tugas yang menantang. Peneliti awal menggunakan teknik tradisional pengolahan citra untuk menghilangkan kabut dari satu gambar (misalnya, metode menghilangkan kabut berbasis histogram [15] - [17]). Namun, efek menghilangkan kabut terbatas, karena gambar berkabut tunggal tidak dapat memberikan banyak informasi. Kemudian, peneliti mencoba untuk meningkatkan kinerja dehazing menggunakan beberapa gambar. Dalam [18] - [20], metode berbasis polarisasi digunakan untuk menghilangkan kabut pada beberapa gambar yang diambil dengan derajat polarisasi yang berbeda. Dalam [21] - [23], Narasimhan dkk, mengusulkan pendekatan penghapusan kabut dengan beberapa gambar dari *scene* yang sama untuk kondisi cuaca yang berbeda. Dalam [24] dan [25], menghilangkan kabut dilakukan berdasarkan informasi kedalaman yang diberikan.

Baru-baru ini, kemajuan signifikan telah dibuat dalam dehazing gambar tunggal berdasarkan pada model fisik. Berdasarkan asumsi bahwa kontras lokal gambar bebas kabut jauh lebih tinggi daripada gambar berkabut, Tan [26] mengusulkan metode baru 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 yang terlalu-jenuh (*over-saturated*). Fattal [27] mengusulkan untuk menghapus kabut dari citra berwarna berdasarkan Analisis Komponen Independen (ICA), tetapi pendekatan ini memakan waktu dan tidak dapat digunakan untuk menghilangkan kabut gambar *grayscale*. Selain itu, memiliki beberapa kesulitan saat berurusan dengan gambar kabut yang padat. Terinspirasi oleh teknik pengurangan objek gelap yang banyak digunakan [28] dan berdasarkan sejumlah besar percobaan pada gambar bebas kabut, He dkk, [29] menemukan *dark channel prior* (DCP), yang dapat diaplikasikan sebagian besar pada *patch* bukan-langit, menurut He, setidaknya pada satu *channel* warna terdapat beberapa piksel dengan intensitas yang sangat rendah dan mendekati nol. Dengan *prior* ini, mereka memperkirakan ketebalan kabut, dan mengembalikan citra bebas kabut oleh model hamburan atmosfer. Pendekatan DCP sederhana dan efektif dalam kebanyakan kasus.

2.5. Model untuk hamburan tunggal di udara

Gambar yang ditangkap dalam cuaca buruk, memiliki kekontrasan dan warna-warna yang jelek. Langkah pertama dalam menghapus efek cuaca buruk adalah dengan memahami proses fisik yang menyebabkan efek tersebut. Karena cahaya berpropagasi dari titik scene ke sensor, karakter utama (intensitas, warna, polarisasi dan koheren) dipengaruhi saat proses penghamburan oleh partikel atmosfer. Secara umum, kejadian penghamburan cahaya secara alami sangat kompleks dan tergantung pada tipe, orientasi, ukuran dan distribusi partikel yang menjadi media, misalkan panjang gelombang, keadaan polarisasi dan arah terjadinya cahaya. Bab ini berfokus pada mekanisme fundamental hamburan dan menggambarkan dua model hamburan atmosfer yang mendasar untuk pekerjaan ini. Tergantung pada jenis sensor (*grayscale*, warna RGB) atau isyarat pencitraan yang digunakan (kontras, warna dan polarisasi), kemudian penggabungan dua model ini dalam tiga cara yang berbeda untuk menggambarkan pembentukan citra dalam cuaca buruk. kelima model ini, bersama-sama membentuk dasar dari satu set algoritma yang dikembangkan dalam bab-bab berikutnya untuk interpretasi *scene* dalam cuaca buruk.

Tabel 1: Kondisi cuaca dan tipe, ukuran dan konsentrasi partikel

| CONDITION | PARTICLE TYPE | RADIUS (μm) | CONCENTRATION (cm^{-3}) |
|-----------|---------------|-----------------------------|---------------------------------------|
| AIR | Molecule | 10^{-4} | 10^{19} |
| HAZE | Aerosol | 10^{-2} - 1 | 10^3 - 10^6 |
| FOG | Water Droplet | 1 - 10 | 100 - 10^6 |
| CLOUD | Water Droplet | 1 - 10 | 300 - 10^6 |
| RAIN | Water Drop | 10^2 - 10^4 | 10^{-2} - 10^{-5} |

Sumber : McCartney [73].

Cuaca buruk: partikel di udara

Kondisi tiap-tiap cuaca berbeda, terutama dalam jenis dan ukuran partikel yang terlibat serta konsentrasi mereka di udara. Banyak usaha telah dilakukan dalam mengukur ukuran partikel dan konsentrasi untuk berbagai kondisi (lihat Tabel 1). Mengingat ukuran kecil molekul udara, relatif terhadap panjang gelombang cahaya tampak, hamburan karena udara agak minim. Kami akan mengacu pada peristiwa hamburan udara murni sebagai hari yang cerah.

Haze adalah aerosol yang merupakan sistem tersebar dari partikel-partikel kecil di gas. *Haze* memiliki beragam sumber, termasuk abu vulkanik, eksudasi dedaunan, produk pembakaran dan garam laut (lihat [45]). Partikel-partikel yang dihasilkan oleh sumber-sumber ini merespon dengan cepat terhadap perubahan kelembaban relatif dan bertindak sebagai inti (pusat) dari tetesan air kecil ketika kelembaban tinggi. Partikel *haze* lebih besar dari molekul udara tetapi lebih kecil dari tetesan *fog*. *Haze* cenderung menghasilkan rona abu-abu atau kebiruan yang khas dalam mempengaruhi visibilitas.

Fog berkembang ketika kelembaban relatif dari paket udara mencapai saturasi. Kemudian, beberapa inti tumbuh dengan kondensasi menjadi tetesan air. Oleh karena itu, *fog* dan beberapa tipe *haze* tertentu memiliki asal-usul yang sama dan peningkatan kelembaban yang cukup memadai untuk mengubah *haze* menjadi *fog*. Transisi ini cukup bertahap dan keadaan antara disebut sebagai *mist*. Sementara *haze* jelas meluas pada ketinggian beberapa kilometer, ketebalan *fog* biasanya hanya beberapa ratus kaki. Perbedaan praktis antara *fog* dan *haze* terletak pada sangat berkurangnya jarak pandang yang disebabkan saat proses pembentukan. Ada banyak jenis *fog* (misalnya, *fog* radiasi, *fog* adveksi, dll) yang berbeda satu sama lain dalam proses pembentukan mereka [81].

2.6. Teori haze

Proses *pre-processing* pada gambar yang di *capture* saat cuaca buruk antara lain adalah peningkatan kualitas citra, perbaikan citra, dan menghilangkan kabut (*dehazing/haze removal*). Peningkatan kualitas citra berfungsi untuk mengatur kontras, kecerahan, dan ketajaman. Sedangkan perbaikan kualitas citra berfungsi untuk menghilangkan *debluring*. *Dehazing/haze removal* merupakan sebuah teknik untuk menghilangkan *noise* berupa kabut dalam citra sehingga citra tersebut menjadi sempurna tanpa adanya kabut atau yang dikenal dengan istilah *noise*. Ada tiga metode yang terbukti efektif untuk menghilangkan kabut. Yaitu *Bilateral Filter*, *Guided Image Filter* dan *Dark Channel Prior*.

Pada bidang visual komputer dan grafik komputer, model matematis yang digunakan untuk mendeskripsikan formasi dari *noise* adalah :[22-26]

$$I_x = J_{(x)}t_{(x)} + A(1 - t_{(x)}) \quad (1)$$

Dimana I adalah citra yang diobservasi, J adalah bagian pencahayaan (kabut), A adalah cahaya global atmosfer dan t adalah porsi cahaya yang mencapai kamera. Tujuan dari pendeteksian *noise* adalah untuk menghilangkan $t_{(x)}$ dimana $0 < I, J, A, t_{(x)} < \infty$.

Pada model matematis $J(x)t(x)$ disebut atenuasi langsung, sedangkan $A(1 - t_{(x)})$ menjelaskan tentang cahaya udara[23]. Atenuasi langsung mendeskripsikan bagian pencahayaan yang menyebabkan kerusakan pada citra, sedangkan cahaya udara dihasilkan dari cahaya yang tersebar dan menyebabkan pada pergeseran warna citra. Pada saat atmosfer bersifat homogen maka transmisi dari t dapat dimodelkan dengan :[26]

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

Dimana β adalah koefisien penyebaran pada atmosfer yang mengindikasikan bahwa bagian pencahayaan berbanding eksponensial dengan kedalam citra(d). Secara geometris pada persamaan *noise* (2.1), dapat diartikan bahwa di dalam citra bertipe RGB, vektor $A, I(x)$ dan $J(x)$ adalah koplantar dan titik ujung parameter tersebut adalah kolinear. Transmisi t adalah perbandingan dari segmen dua garis :

$$t_{(x)} = \frac{\|A - I_{(x)}\|}{\|A - J_{(x)}\|} = \frac{A^c - J_{(x)}^c}{A^c - J_{(x)}^c} \quad (3)$$

2.7. Dark Prior Channel

Pada suatu citra yang memiliki *noise*, setidaknya ada satu kanal warna yang memiliki intensitas yang sangat rendah pada beberapa piksel. Dengan kata lain, intensitas minimum pada beberapa bagian citra memiliki nilai yang sangat rendah. Secara matematis untuk citra J dapat dimodelkan dengan :[26]

$$J_{(x)}^{dark} = \min_{c \in (r,g,b)} (\min_{y \in \Omega(x)} (J^c(y))) \quad (4)$$

Dimana J^c adalah kanal warna dari J , sedangkan $\Omega_{(x)}$ adalah bagian local yang tersentral pada x . Intensitas dari J^{dark} akan bernilai rendah bahkan hampir mendekati nol kecuali pada bagian langit. J^{dark} disebut sebagai *dark channel* dari J . Sebagaimana diperlihatkan dalam gambar 4. Intensitas yang rendah pada J^{dark} disebabkan tiga faktor :

1. Bayangan, misalnya bayangan mobil, bangunan dan bagian dalam jendela dalam gambar *Cityscape*, atau bayangan daun, pohon dan batu dalam gambar lanskap.
2. Benda berwarna warni atau permukaan, misalnya, benda dengan reflektansi rendah setiap *channel* warna (misalnya, hijau rumput/pohon/tanaman, merah atau kuning bunga/daun, dan permukaan air biru) akan menghasilkan nilai rendah dalam kanal gelap.
3. Benda gelap atau permukaan, misalnya batang pohon gelap dan batu. Sebagai gambar luar alam, biasanya berwarna warni dan penuh bayangan, saluran gelap gambar ini benar-benar gelap.



Gambar 4: Bayang-bayang, obyek penuh warna dan obyek hitam yang berkontribusi pada piksel gelap.

2.8. Noise layer

Sebagaimana diasumsikan sebelumnya, bahwa cahaya atmosfer adalah A . Diasumsikan bahwa bagian lokal $\Omega(x)$ adalah konstan. Untuk transmisi pada bagian lokal akan ditandai dengan $t'(x)$. Dengan menggunakan operasi minimum pada bagian lokal pada model persamaan *noise*, maka didapatkan :[26]

$$\min_{y \in \Omega(x)} (I^c(y)) = t'_{(x)} \min_{y \in \Omega(x)} (J^c(y)) + (1 - t'_{(x)}) A^c \quad (5)$$

Maka operasi minimum dilakukan pada tiga kanal warna secara terpisah, maka akan sama dengan :[26]

$$\min_{y \in \Omega(x)} \left(\frac{I^c(y)}{A^c} \right) = t'_{(x)} \min_{y \in \Omega(x)} \left(\frac{J^c(y)}{A^c} \right) + (1 - t'_{(x)}) \quad (6)$$

2.9. Peak Signal to Noise Ratio dan Mean Square Error

Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) adalah perbandingan antara nilai maksimum dari sinyal yang diukur dengan besarnya derau atau *noise* yang berpengaruh pada sinyal tersebut. *Noise* yang dimaksud adalah akar rata-rata kuadrat nilai *error* (MSE). PSNR biasanya diukur dalam satuan *decibel* (db). Semakin tinggi nilai PSNR maka semakin tinggi kehandalan suatu metode dalam menangani *noise*, yang dimaksud *noise* disini adalah kabut. Secara matematis, PSNR dapat dirumuskan sebagai berikut (dapat dilihat pada persamaan 7):

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{C^2_{max}}{MSE} \right) \quad (7)$$

Untuk menentukan PSNR, terlebih dahulu harus ditentukan nilai MSE (*Mean Square Error*). MSE adalah nilai error kuadrat rata-rata antara citra asli dengan citra manipulasi (dalam kasus *dehazing* ; MSE adalah nilai error kuadrat rata-rata antara citra asli dengan citra hasil proses penghilangan kabut. Secara matematis, MSE dapat dirumuskan sebagai berikut: (dapat dilihat pada persamaan 8):

$$MSE = \frac{1}{MN} \sum_x^M = \frac{1}{N} \sum_y^N = \frac{1}{N} (S_{xy} - C_{xy})^2 \quad (8)$$

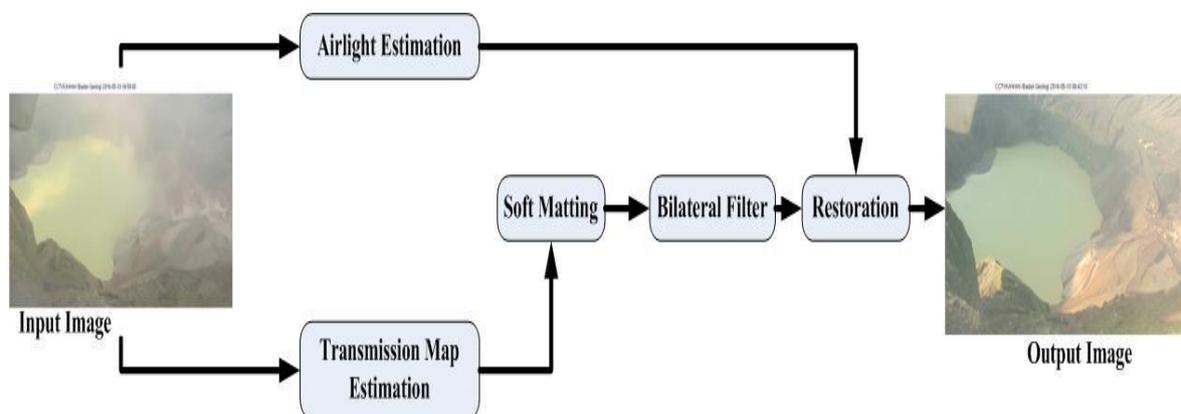
Semakin kecil nilai MSE, semakin bagus prosedur perbaikan citra yang digunakan. Artinya, kualitas citra setelah mengalami perbaikan *noise* (setelah menghilangkan kabut) hampir sama dengan kualitas citra asalnya. Sedangkan PSNR bernilai sebaliknya, jika nilai PSNR semakin besar maka kualitas citra hasil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

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Metoda Yang Diusulkan

Dalam gambar 6, ditampilkan blok diagram yang akan dilakukan dalam penelitian ini :



Block Diagram Algoritma Dark Channel Prior

Gambar 6. Blok diagram penelitian

Dari gambar 6, tampak bahwa untuk menghasilkan foto danau kawah Gunung Kelud yang bebas *haze*, diperlukan estimasi cahaya udara untuk mengembalikan pada citra yang asli. Untuk meng-estimasi *transmission map*, dilakukan pada intensitas *pixel* paling rendah dari sebuah citra dalam 3 warna dasar dengan ukuran *patch* yang berbeda-beda, selanjutnya dilakukan proses *soft matting* dan *bilateral filter* untuk mendapatkan hasil akhir.

3.2. Kontribusi Penelitian

- Adapun kontribusi dari penelitian ini adalah menghapus *haze/fog/kabut* dari citra CCTV yang diperoleh dari danau kawah gunung kelud pasca erupsi 2014.

3.3. Luaran Penelitian

- Target Penelitian ini berupa 3 buah paper yang diterima di **jurnal Nasional/Internasional berindeks**.
 - *Haze removal on Mt. Kelud crater lake monitoring single image using dark channel prior*
 - *Image enhancement on Mt. Kelud crater lake monitoring using guided filter*
 - *Heavy haze removal on Mt. Kelud Crater lake monitoring*
- Pengajuan **HAKI**.

3.4. Instrumen Pengujian Penelitian

Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) adalah perbandingan antara nilai maksimum dari sinyal yang diukur dengan besarnya derau atau *noise* yang berpengaruh pada sinyal tersebut. *Noise* yang dimaksud adalah akar rata-rata kuadrat nilai *error* (MSE). PSNR biasanya diukur dalam satuan *decibel* (db). Semakin tinggi nilai PSNR maka semakin tinggi kehandalan suatu metode dalam menangani *noise*, yang dimaksud *noise* disini adalah kabut.

Untuk menentukan PSNR, terlebih dahulu harus ditentukan nilai MSE (*Mean Square Error*). MSE adalah nilai error kuadrat rata-rata antara citra asli dengan citra manipulasi (dalam kasus *dehazing* ; MSE adalah nilai error kuadrat rata-rata antara citra asli dengan citra hasil proses penghilangan kabut.

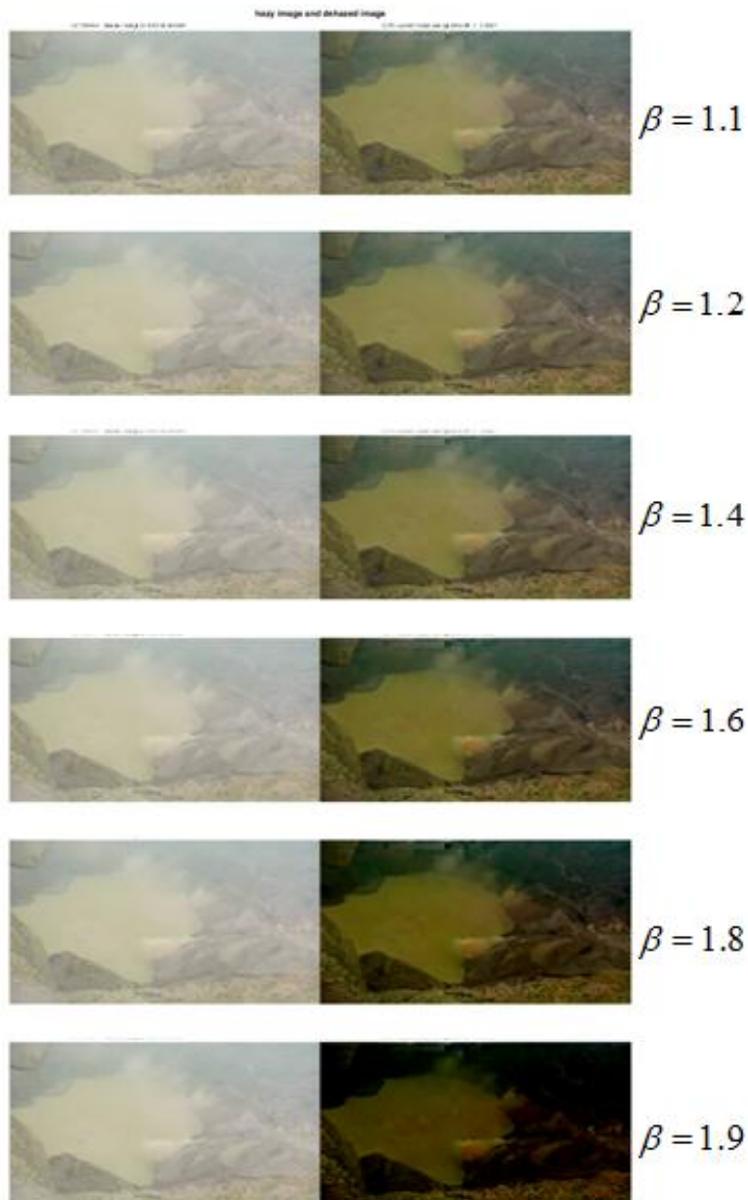
Semakin kecil nilai MSE, semakin bagus prosedur perbaikan citra yang digunakan. Artinya, kualitas citra setelah mengalami perbaikan *noise* (setelah menghilangkan kabut) hampir sama dengan kualitas citra asalnya. Sedangkan PSNR bernilai sebaliknya, jika nilai PSNR semakin besar maka kualitas citra hasil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

BAB IV

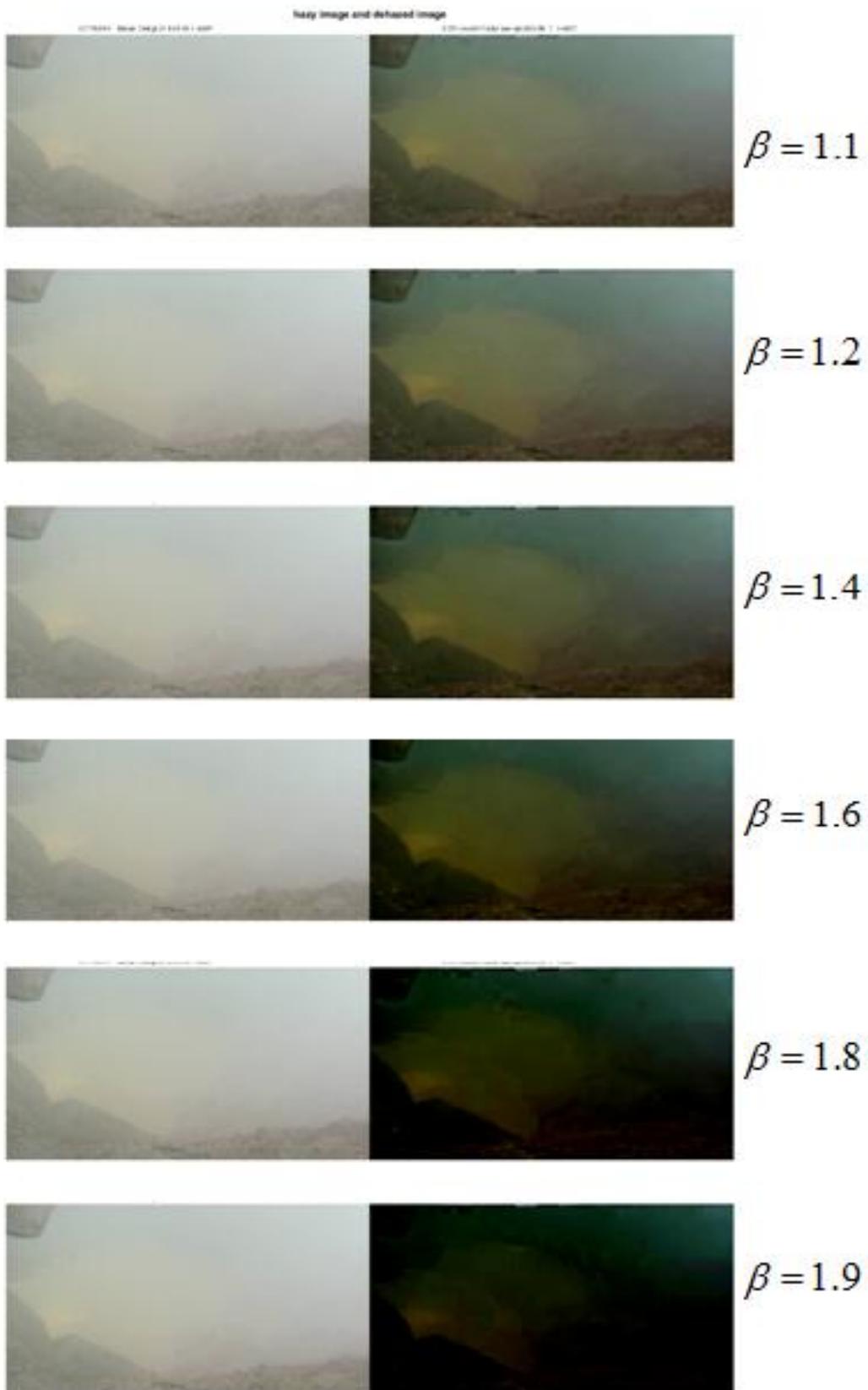
Hasil dan pembahasan

Pengujian dilakukan pada citra kawah gunung kelud tunggal, yang diambil pada bulan mei 2016 milik badan meteorology Jawa Timur, dengan ukuran 800 x 450 piksel. Pada citra digital ini dipilih kondisi kabut tipis, sedang dan tebal. Masing-masing dilakukan pada nilai β yang berbeda, yaitu $\beta_1 = 1.1$, $\beta_2 = 1.2$, $\beta_3 = 1.4$, $\beta_4 = 1.6$, $\beta_5 = 1.8$ dan $\beta_6 = 1.9$.

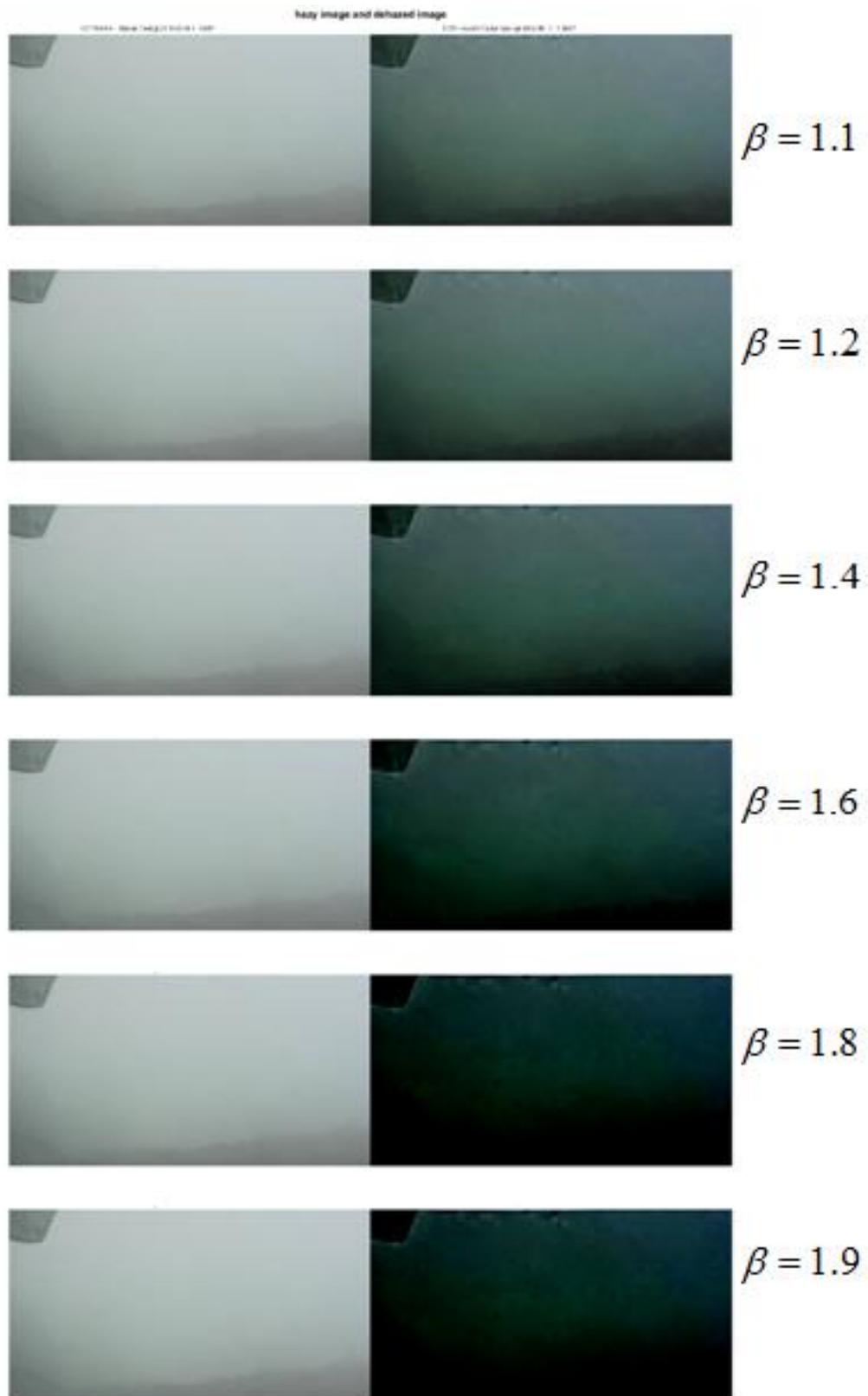
Untuk kabut tipis, diperoleh hasil sebagai berikut :



Gambar 2. Citra sebelah kiri merupakan citra berkabut tipis, dan sebelah kanan adalah hasil haze removal.

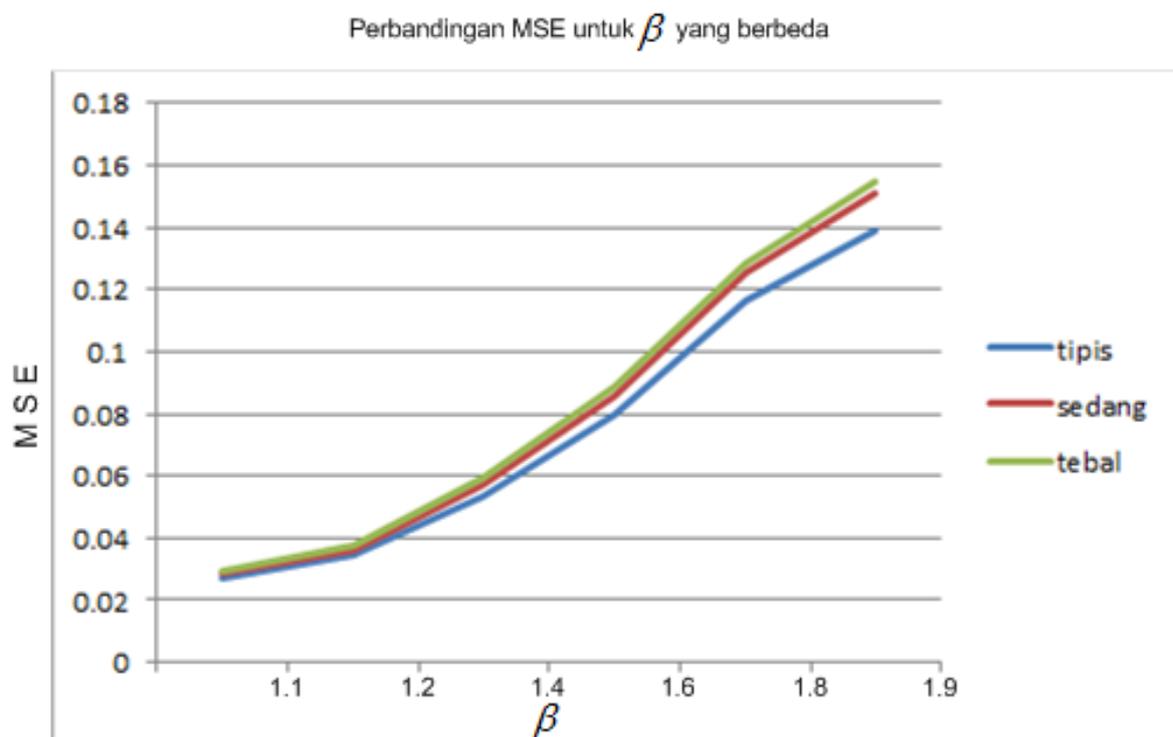


Gambar 3. Citra sebelah kiri merupakan citra berkabut sedang, dan sebelah kanan adalah hasil haze removal.

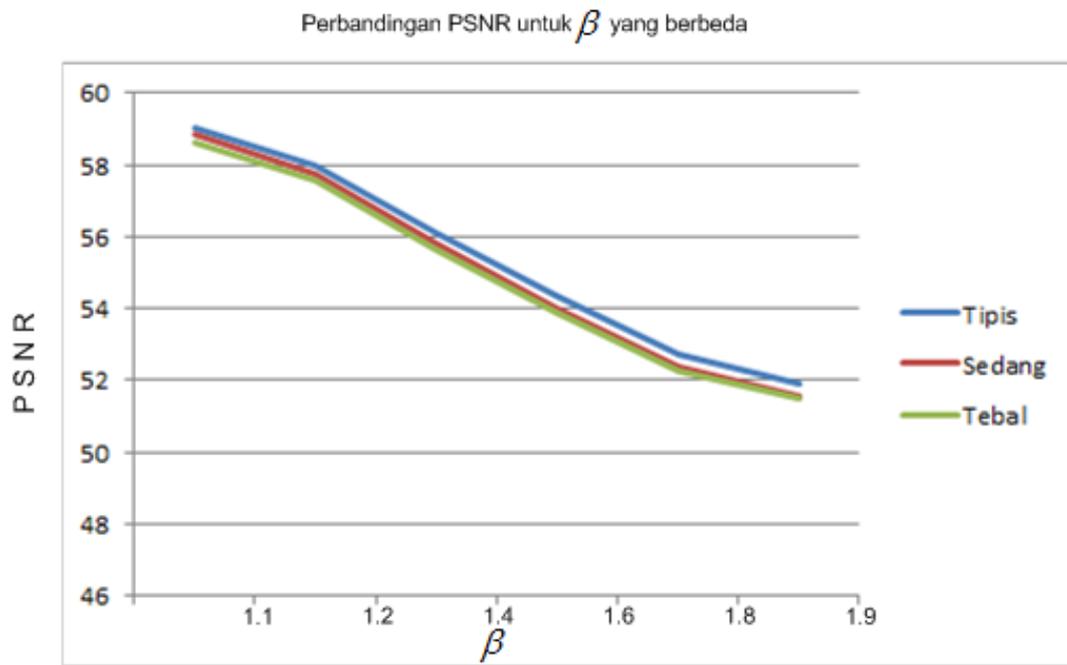


Gambar 4. Citra sebelah kiri merupakan citra berkabut tebal, dan sebelah kanan adalah hasil haze removal.

Dari gambar 2 dapat dilihat bahwa semakin besar nilai β maka semakin gelap hasil haze removal yang diperoleh. Pada uji coba ini, nilai beta yang masih tampak natural adalah 1,1 hingga 1,6. Sedangkan untuk gambar 3, untuk kabut sedang, nilai β agar hasil proses dehazing natural berada antara 1,1 hingga 1,4. Untuk gambar 4, karena kabut yang tebal, proses penghilangan kabut dengan nilai beta yang sama, belum mampu membersihkan kabut dengan baik. Berdasarkan ujicoba ini, metode *dark channel prior*, mampu menghilangkan kabut tipis dan sedang.



Grafik 1. Grafik MSE untuk kabut tipis, sedang dan tebal



Grafik 2. Grafik PSNR untuk kabut tipis, sedang dan tebal

Bab V

PENUTUP

5.1. Simpulan

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa semakin besar nilai β maka semakin gelap hasil haze removal yang diperoleh. Pada uji coba ini, nilai beta yang masih tampak natural adalah 1,1 hingga 1,6. Sedangkan untuk kabut sedang, nilai β agar hasil proses *dehazing* natural berada antara 1,1 hingga 1,4. Untuk kabut yang tebal, proses penghilangan kabut dengan nilai beta yang sama, belum mampu membersihkan kabut dengan baik. Berdasarkan ujicoba ini, metode *dark channel prior*, mampu menghilangkan kabut tipis dan sedang.

5.2. Saran

Dalam penelitian ini, kami telah menerapkan metode *dark channel prior* untuk menghilangkan kabut dari citra kawah gunung kelud. Hasil eksperimen awal menunjukkan bahwa masih terdapat kekurangan pada metode ini. Terutama untuk kasus kabut tebal. Namun Selanjutnya akan di lakukan investigasi lanjutan guna menyempurnakan kemampuan metode ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]Kusumadinata, K., 1979. Data Dasar Gunung api Indonesia. Direktorat Vulkanologi.
- [2]Zaennudin, A., Dana, I.N., dan Wahyudin, D., 1986. Laporan Kegiatan Pemetaan Geologi G. Kelud Kab. Kediri dan Kab. Blitar, Jawa Timur. Direktorat Vulkanologi. Tidak diterbitkan.
- [3]Hidayati, Sri; Basuki, Ahmad; Kristianto, and Mulyana, Iyan, 2009, "Emergence of Lava Dome from the Crater Lake of Kelud Volcano, East Java", *Jurnal Geologi Indonesia*, Vol. 4 No. 4 Desember 2009: 229-238
- [4]Suyanto, Imam; Windhi, Sintia; and Wahyudi, 2007,"A Geophysical Characteristic Over Kelud Caldera Post November 2007 Eruption", *Proceedings World Geothermal Congress 2010 Bali, Indonesia*, 25-29 April 2010.
- [5]Bernard A, 2013,"Continuous monitoring of lake and meteorological parameters at Kelud volcano before the 2007 eruption", *IAVCEI Commission of Volcanic Lakes 8th Workshop on Volcanic Lakes 25th to 31st July 2013, Aso volcano and Hokkaido Island, JAPAN*
- [6]Lubis, Ashar Muda, 2014," Uplift of Kelud Volcano Prior to the November 2007 Eruption as Observed by L-Band Insar," *J. Eng. Technol. Sci.*, Vol. 46, No. 3, 2014, 245-257.
- [7]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)*
- [8]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) 112–116. <http://dx.doi.org/10.1016/j.epsl.2015.11.029>
- [9]Kylling, Arve, 2016," Ash and ice clouds during the Mt. Kelud Feb 2014 eruption as interpreted from IASI and AVHRR/3 observations", *Atmos. Meas. Tech. Discuss.*, doi:10.5194/amt-2015-369, 2016.
- [10]Rouwet Dmitri; Tassi, Franco; Mora-Amador, Raúl; Sandri,Laura; Chiarini, Veronica, 2014," Past, present and future of volcanic lake monitoring", *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 272 (2014) 78–97.
- [11]R. Tan, "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.
- [12]R. Fattal, "Single image dehazing," *ACM Transactions on Graphics*, vol. 27, no. 3, August 2008.
- [13]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.
- [14]A. Levin, D. Lischinski, and Y. Weiss, "A closed-form solution to natural image matting," *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 30, pp. 228–242, 2008.
- [15]Ramírez, C.J., Mora-Amador, R.A., González, G., Alpizar, Y., 2013. Applications of infrared cameras at Costa Rican volcanoes, crater lakes and thermal features. 8th Workshop on Volcanic Lakes. IAVCEI Commission on Volcanic Lakes, Japan, p. 6.
- [16]Arpa, M.C., Hernández, P.A., Padrón, E., Reniva, P., Padilla, G.D., Bariso, E., Melián, G.V., Barrancos, J., Nolasco, D., Calvo, D., Pérez, N., Solidum Jr., R.U., 2013. Geochemical evidence of magma intrusion inferred from diffuse CO₂ emissions and fumaroles plume chemistry: the 2010–2011 volcanic unrest at Taal Volcano, Philippines. *Bull. Volcanol.*75. <http://dx.doi.org/10.1007/s00445-013-0747-9>.

- [17]Shinohara, H., Yoshikawa, S., Miyabuchi, Y., 2014. Degassing activity of a volcanic crater lake: volcanic plume measurements at the Yudamari crater lake, Aso volcano, Japan. In: Rouwet, D., Christenson, B.W., Tassi, F., Vandemeulebrouck, J. (Eds.), Volcanic Lakes. Springer-Heidelberg.
- [18]Petrillo, Z., Chiodini, G., Mangiacapra, A., Caliro, S., Capuano, P., Russo, G., Cardellini, C., Avino, R., 2013. Defining a 3D physical model for the hydrothermal circulation at Campi Flegrei caldera (Italy). J. Volcanol. Geotherm. Res. 264, 172–182.
- [19]Delmelle, P., Henley, R.W., Opfergelt, S., Detienne, M., 2014. Summit acid crater lakes and flank instability in composite volcanoes. In: Rouwet, D., Christenson, B.W., Tassi, F., Vandemeulebrouck, J. (Eds.), Volcanic Lakes. Springer-Heidelberg.
- [20]Mendoza-Rosas, A.T., De la Cruz-Reyna, S., 2008. A statistical method linking geological and historical eruption time series for volcanic hazard estimations: applications to active polygenetic volcanoes. J. Volcanol. Geotherm. Res. 176, 277–290.
- [21]Sobradelo, R., Bartolini, S., Marti, J., 2013. HASSET: a probability event tree tool to evaluate future eruptive scenarios based on Bayesian Inference. Presented as A Plugin for QGIS. (<http://vhub.org/resources/2850>).
- [22] R.Fattal, single image dehazing in SIGGRAPH, pages 1-9,2008.
- [23] R.Tan. Visibility in bad weather from a single image.CVPR, 2008.
- [24] S.G. Narasimhan dan S.K.Nayar. Vision and the atmosphere. IJCV, 48:233-254, 2002.
- [25] S.G. Narasimhan dan S.K.Nayar. Chromatic framework for vision in bad weather. CVPR, pages:598-605, 2000.
- [26]T.Xiaoou, S.Jian and H.Kaiming. Single Image haze removal using dark channel prior. IEEE,2009.

Jadwal Seminar Hasil :

Daftar Hadir Seminar Hasil :

Print Out PPT :

Foto Kegiatan Seminar Hasil :



Bukti publikasi ilmiah dalam 3 tahun terakhir :

