

ANALISIS HAZE REMOVAL DENGAN METODE HAZE OPTIMIZED TRANSFORMATION (HOT) DAN METODE ADVANCE HAZE OPTIMIZED TRANSFORMATION (AHOT) PADA CITRA SPOT 7 DI WILAYAH KOTA SEMARANG

Siti Rahayuningsih^{*)}, Abdi Sukmono, Bandi Sasmito

Departemen Teknik Geodesi Fakultas Teknik Universitas Diponegoro
 Jl. Prof. Sudarto, SH, Tembalang, Semarang Telp.(024)76480785, 76480788
 Email : rahayuningsih1004@gmail.com / rahayuningsih@students.undip.ac.id

ABSTRAK

Pengaruh atmosfer yang ada di Indonesia menjadi permasalahan di banyak wilayah di Indonesia dimana salah satunya adalah Kota Semarang di Jawa Tengah. Kota merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang memiliki curah hujan beragam, dari ringan hingga sedang. Hal tersebut sama halnya dengan liputan awan yang selalu ada diatas wilayahnya. Awan dan kabut (*haze*) merupakan bagian dari kondisi atmosferik yang mempengaruhi kualitas citra. Data yang terhalang oleh awan akan memiliki nilai 0 atau tidak memiliki data sehingga tidak bisa digunakan untuk pemetaan. Data dengan kandungan haze masih dapat direduksi dan akan menghasilkan citra pasif yang memiliki data untuk digunakan. Penelitian ini menggunakan metode *Haze Optimized Transformation* (HOT) dan metode *Advance Haze Optimized Transformation* (AHOT) dimana kedua metode ini menggunakan korelasi atau hubungan dari kanal biru dan kanal merah.

Metode HOT menghasilkan deteksi haze dan digunakan untuk melakukan *haze removal* memakai metode DOS (*Dark Object Substraction*) dan metode AHOT untuk *haze removal* memakai metode VCP (*Virtual Cloud Point*). Citra hasil *haze removal* metode HOT-DOS memiliki tampilan yang lebih gelap dibandingkan citra hasil metode AHOT-VCP. Berdasarkan perbandingan panjang objek dilapangan dan objek di citra didapatkan nilai RMSE sebesar 1.067 pada citra bersih, 4.067 citra hazy, 2.403 pada citra hasil HOT (DOS) dan 1.762 pada citra hasil AHOT(VCP). Hasil uji hipotesis metode HOT dan AHOT didapatkan t hitung lebih dari t tabel sehingga ada perubahan pada citra hasil *haze removal* pada tingkat kepercayaan 95%. Klasifikasi NDVI pada citra sebelum dan sesudah dilakukan *haze removal* mengalami perubahan berdasarkan pada kelas klasifikasi NDVI yang dihasilkan.

Kata Kunci: AHOT, Awan, *Haze*, HOT , NDVI

ABSTRACT

The effect of atmosphere in Indonesia is a problem in many regions, one of which is Semarang in Central Java. This city is one of regions in Indonesia which has a variety of rainfall, from mild to moderate. This is the same as the coverage of clouds that are always above the area. Clouds and haze are part of atmospheric conditions that affect image quality. Data that is blocked by the cloud will have 0 value or no data so it cannot be used for mapping. Data with haze can still be reduced and will produce a passive image that has data to use. This research uses the Haze Optimized Transformation (HOT) method and the Advanced Haze Optimized Transformation (AHOT) method where both of these methods use correlations or relationships of the blue and red channels.

HOT method produces haze detection and is used to perform haze removal using the DOS (Dark Object Substraction) method and AHOT is used to perform haze removal using the VCP (Virtual Cloud Point) method. The HOT-DOS haze removal image has a darker appearance than the AHOT-VCP method image. The comparison between the length of the actual object and the object in the image obtained RMSE value of 1.067 on the clean image, 4.067 on hazy image, 2.403 on the HOT image (DOS) and 1.762 on the AHOT image (VCP). The results of the HOT and AHOT hypothesis test methods obtained t count more than t tables so it is obtained that there is a change in the image of the haze removal at a 95% confidence level. NDVI classification on the image before and after haze removal is changed based on the class of NDVI classification.

Keywords: AHOT, Cloud, *Haze*, HOT, NDVI

^{*)} Penulis Penanggung Jawab

I. Pendahuluan

I.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan wilayah yang luas dan terdiri dari beribu-ribu pulau. Namun kondisi Indonesia sebagai negara tropis membuat data untuk pemetaan, yaitu citra satelit yang didapatkan dari sistem penginderaan jauh tidak sesuai yang dibutuhkan. Hal tersebut karena Indonesia merupakan negara yang memiliki curah hujan tinggi dimana di atmosfer terdapat gangguan awan, kabut dan partikel lainnya (Borneo, 2019). Sehingga pemetaan di Indonesia menggunakan citra pasif belum maksimal karena tutupan awan dan kabutnya.

Pengaruh atmosfer yang ada di Indonesia menjadi permasalahan diberbagai wilayah dimana salah satunya adalah Kota Semarang Provinsi Jawa Tengah. Kota ini merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang memiliki curah hujan beragam, dari ringan hingga sedang (BMKG Semarang, 2019). Hal tersebut sama halnya dengan liputan awan yang selalu ada diatas wilayahnya.

Awan dan kabut (*haze*) merupakan bagian dari kondisi atmosferik yang mempengaruhi kualitas citra (Kustiyo, 2016). Awan merupakan bagian dari atmosferik yang tersusun dari partikel air yang menggumpal dan tidak dapat ditembus oleh gelombang tampak maupun infra merah dekat sehingga harus disubstitusi dengan data citra lain (Liu, 2011 dalam Kustiyo, 2016). Oleh sebab itu, data yang terhalang oleh awan akan memiliki nilai 0 atau tidak memiliki data sehingga tidak bisa digunakan untuk pemetaan. *Haze* merupakan kumpulan partikel-partikel kecil diudara yang dapat berupa asap, aerosol, kristal es dan abu (Razali dkk., 2015). Sehingga secara praktik partikel-partikel ini masih mampu dilewati dan ditembus oleh gelombang datang maupun pantulannya ke sensor dan memiliki data untuk digunakan. *Haze* dapat direduksi dan akan menghasilkan citra pasif yang bebas dari *haze* untuk interpretasi dan pemetaan.

Permasalahan yang ada selain menghilangkan *haze* adalah penentuan batas *haze* (Kustiyo, 2016). Batas *haze* dilakukan dengan rentangan (*threshold*) untuk memisahkan awan, *haze* itu sendiri dan daerah yang bebas keduanya (*clear area*). Penentuan batas ini menjadi permasalahan karena setiap citra dan daerah cakupan tiap *scene* memiliki data dan kondisi yang berbeda-beda.

Penelitian ini menggunakan metode *Haze Optimized Transformation* (HOT) dan metode *Advance Haze Optimized Transformation* (AHOT) dimana kedua metode ini menggunakan korelasi atau hubungan dari kanal biru dan kanal merah. Kesalahan pada tutupan lahan dari metode HOT akan diminimalkan melalui analisis *haze* di wilayah penelitian. Klasifikasi yang sering digunakan untuk menguji citra hasil *haze removal* adalah indeks vegetasi NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*). Penilaian sederhana terhadap efektivitas HOT dan AHOT dilakukan dengan membandingkan klasifikasi indeks vegetasi NDVI pada citra sebelum dan sesudah proses *haze removal*.

I.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana hasil penentuan batas bawah dan batas atas *haze* menggunakan metode HOT dan AHOT pada citra SPOT 7?
2. Bagaimana kualitas citra hasil metode HOT dan AHOT untuk citra SPOT 7 berdasarkan hasil survei lapangan?
3. Bagaimana hasil analisis NDVI antara citra hasil *haze removal* dan citra tanpa *haze* pada Citra SPOT 7?

I.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah :

1. Mengetahui analisis penentuan batas bawah dan batas atas *haze* menggunakan metode HOT dan AHOT pada citra SPOT 7.
2. Mengetahui kualitas citra hasil metode HOT dan AHOT untuk citra SPOT 7 berdasarkan hasil survei lapangan.
3. Mengetahui hasil analisis NDVI antara citra hasil *haze removal* dan citra tanpa *haze* pada Citra SPOT 7.

I.4 Ruang Lingkup Penelitian

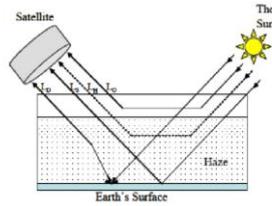
Penelitian ini dibatasi pada ruang lingkup sebagai berikut :

1. Penelitian ini menggunakan metode HOT (*Haze Optimized Transformation*) oleh Zhang dkk, 2002 berjudul *An image transform to characterize and compensate for spatial variations in thin cloud contamination of Landsat images* dan Metode AHOT (*Advance Haze Optimized Transformation*) yang dikembangkan oleh Xing Yuan He dkk, (2010) berjudul *Haze removal based on advanced haze optimized transformation (AHOT) for multispectral imagery*.
2. Penelitian ini hanya mengkaji penentuan batas *haze* yang dilakukan pada citra multispektral SPOT 7 untuk menghilangkan *noise* berupa *haze* yang ada pada citra.
3. Akurasi citra hasil *haze removal* akan dibandingkan menggunakan data survei lapangan dan analisis tutupan lahannya.
4. Keluaran dari penelitian tugas akhir ini adalah Peta Citra SPOT 7 wilayah Kota Semarang tanpa *haze* dan peta klasifikasi NDVI Kota Semarang berskala 1:100.000.

II. Tinjauan Pustaka

II.1 Haze

Awan merupakan salah satu masalah utama pada aplikasi penginderaan jauh dan sistem informasi geografis karena dapat menghilangkan informasi yang diperlukan pada citra penginderaan jauh yang digunakan (Candra, 2014). *Cloud masking* adalah cara untuk menghilangkan awan dengan melakukan mosaik citra satelit dengan tutupan awan secara temporal.



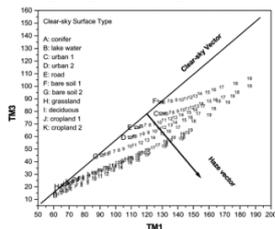
Gambar 1 Modifikasi arah pantulan radian dari sensor satelit dalam kondisi *hazy* (Razali, dkk., 2015)

Haze atau kabut adalah kumpulan partikel-partikel kecil yang berada dilapisan atmosfer dan mampu mengaburkan kenampakan dari objek dipermukaan tanah. Contoh kondisi atmosfer yang dipengaruhi oleh *haze* seperti dapat diilustrasikan pada Gambar 1. *Haze* merupakan kabut tipis sehingga karakteristiknya adalah gelombang dengan panjang gelombang pendek akan dipantulkan oleh *haze* dan panjang gelombang panjang akan diteruskan.

II.2 Haze Detection

II.2.1 Metode Haze Optimized Transformation (HOT)

Metode HOT merupakan metode deteksi *haze* yang dikembangkan oleh Zhang dkk., (2002) didasarkan pada premis bahwa dalam citra yang bersih, *Digital Number* (DN) dari piksel di semua *file* dua buah kanal berbeda akan memiliki nilai yang sangat berkorelasi. Kanal atau saluran yang dimaksud dalam metode HOT ini adalah kanal biru dan kanal merah. Gambar 2 menunjukkan hubungan atau korelasi antara kanal biru dan kanal merah yang menunjukkan garis linier pada tiap tutupan lahan. Dapat terlihat bahwa pada setiap jenis tutupan lahan memiliki nilai berbeda disetiap kanal namun memiliki garis regresi linier yang menunjukkan adanya korelasi.



Gambar 2 *Haze Optimize Transform* (HOT) (Zhang dkk, 2002)

Selanjutnya untuk mendeteksi *haze*, dibuat garis regresi linier sederhana untuk objek darat yang bebas awan dan bebas *haze*, kemudian dihitung sudut kemiringannya, dan dituangkan dalam persamaan 1.

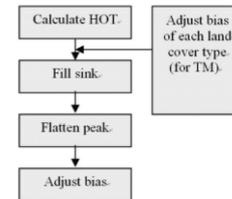
$$HOT = \sin\theta \times K2 - \cos\theta \times K4 \dots\dots\dots 1$$

Keterangan:

- K2 : nilai reflektan kanal-2 (biru),
- K4 : nilai reflektan kanal-4 (merah),
- HOT : *haze* indeks dari transformasi, dan
- θ : sudut garis regresi dengan garis horisontal.

II.2.2 Metode Advance Haze Optimized Transformation (AHOT)

Metode AHOT merupakan metode deteksi *haze* yang berasal dari metode HOT yang diusulkan oleh Zhang dkk. (2002). Metode HOT yang didasarkan pada fakta bahwa pita biru dan merah dari tipe tutupan lahan yang berbeda, di bawah kondisi atmosfer yang jelas, sangat berkorelasi. Namun, Zhang dkk. (2002) juga mengakui bahwa korelasi tidak mutlak benar dan beberapa jenis tutupan lahan akan menyebabkan kecacauan deteksi *haze*.



Gambar 3 Tahapan metode AHOT (He, dkk., 2010)

Proses *fillsink* yang dilakukan pada citra HOT ini dilakukan dengan cara interpolasi spasial. Setiap *sink* yang terdapat pada suatu area normal akan terdeteksi kemudian dilakukan *masking* atau dihilangkan dan diganti sesuai dengan nilai *haze* pada area sekitarnya. *Flatten peak* merupakan tahap selanjutnya setelah proses *fillsink*. Jika tahap sebelumnya mampu mengatasi nilai HOT yang berlubang (lebih kecil dari sekitarnya), maka tahap ini digunakan untuk memotong atau meratakan puncak dimana nilai HOT lebih tinggi dari nilai daerah disekitarnya. Proses ini dilakukan dengan cara melakukan rekonstruksi morfologi pada puncak citra HOT. Sehingga pada proses ini dilakukan perataan yang mengubah nilai puncak tersebut menjadi nilai yang sama dengan disekitarnya menggunakan metode *window 3x3*

II.3 Haze Removal

Haze atau kabut merupakan partikel diatas atmosfer yang mengaburkan sebagian permukaan bumi, sehingga secara teori dapat dihilangkan menggunakan suatu teknik atmosferik. Cara untuk menghilangkan *haze* ini disebut dengan *haze removal*.

II.3.1 Metode DOS (Dark-Object Subtraction)

Metode DOS dikemukakan oleh Chavez Jr. (1998) pada jurnal yang berjudul *An Improved Dark-Object Subtraction Technique for Atmospheric Scattering Correction of Multispectral Data*. DOS merupakan metode penghilangan kabut yang menggunakan rentang batas bawah dari *haze*. Sehingga ada 2 bagian dalam proses *haze removal* ini yaitu bagian bebas dari kabut atau *clear area* dan bagian yang mengandung *haze* dan juga mengandung awan.

II.3.2 Metode VCP (Virtual Cloud Point)

Metode selanjutnya yang diperkenalkan adalah metode VCP (*Virtual Cloud Point*) dalam jurnal *Haze Removal Based on Advanced Haze*

Optimized Transformation (AHOT) for Multispectral Imagery oleh He, dkk (2010). Metode ini mempertimbangkan batas bawah dan batas atas haze untuk haze removal berdasarkan hasil dari deteksi AHOT. Metode ini mengabaikan bagian citra yang bersih dan citra yang mengandung awan.

II.4 SPOT 7

SPOT 6 dan SPOT 7 adalah produk citra satelit yang dapat dengan mudah diintegrasikan dalam lingkup GIS atau digunakan untuk memperoleh informasi geoinformasi tematik yang dikombinasikan dengan informasi satelit, udara atau darat lainnya. SPOT 6 dan SPOT 7 memperoleh gambar secara bersamaan dalam dua mode, yaitu pankromatik (hitam dan putih) dan multispektral.

Citra multispektral SPOT 7 memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- a. Biru dengan panjang gelombang 0,455µm - 0,525µm,
- b. Merah dengan panjang gelombang 0,530µm - 0,590 µm,
- c. Hijau dengan panjang gelombang 0,625µm - 0,695 µm,
- d. Inframerah Dekat (NIR) dengan panjang gelombang 0,760µm - 0,890 µm.

Koreksi Radiometrik pada citra SPOT 6 dan SPOT 7 dilakukan untuk mengubah dari nilai DN ke nilai TOA (*Top Of Atmosphere*) Radiance selanjutnya menjadi nilai TOA (*Top Of Atmosphere*) Reflectance. Pada setiap band (b), konversi dari Digital Count sebuah piksel atau DC(p) ke Top Of Atmosphere (TOA) radiance atau Lb(p) (dalam satuan W sr-1m-2µm-1) dilakukan dengan koefisien GAIN dan BIAS pada persamaan II-2 sebagai berikut:

$$L_b(p) = \frac{DC(p)}{GAIN(b)} + BIAS(b) \dots\dots\dots 2$$

Keterangan:

- L_b(p) : Top Of Atmosphere (TOA) radiance
- DC(p) : Digital Count sebuah piksel
- GAIN(b) : GAIN pada kanal i
- BIAS(b) : BIAS pada kanal i

Sedangkan untuk mengubah TOA radiance menjadi TOA reflectance yang merupakan rasio dari TOA radiance yang dinormalisasi oleh solar irradiance. Rumus untuk menghitung TOA reflectance adalah pada persamaan II-3 berikut:

$$\rho_b(p) = \frac{\pi \cdot L_b(p)}{E\theta(b) \cdot \cos(\theta_s)} \dots\dots\dots 3$$

Keterangan:

- ρ_b(p) : Top Of Atmosphere (TOA) reflectance
- L_b(p) : Top Of Atmosphere (TOA) radiance
- Eθ : Solar Irradiance
- θ_s : Sudut Zenith

II.5 NDVI

NDVI adalah salah satu cara yang efektif dan sederhana untuk mengidentifikasi kondisi vegetasi di suatu wilayah, untuk menghitung indeks kanopi tanaman hijau pada data multispektral penginderaan

jauh (Wirandha, 2015). Menurut Lillesand dan Kiefer dalam Khudzaeva (2012) Untuk menghitung NDVI digunakan persamaan 4.

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red} \dots\dots\dots 4$$

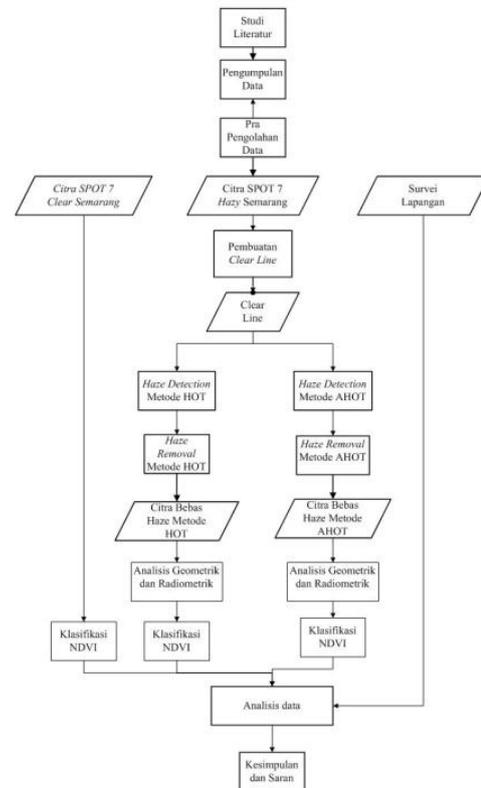
Keterangan:

- NIR : nilai band infra merah;
- Red : nilai band merah;
- NDVI : indeks vegetasi

III. Metodologi Penelitian

III.1 Pengolahan Data

Secara garis besar tahapan penelitian dijabarkan dalam gambar 4 berikut ini :



Gambar 4. Diagram alir penelitian

III.2 Alur Penelitian

Pada penelitian ini dengan langkah dibagi menjadi tiga proses, yang terdiri dari:

1. Tahap persiapan
 - a. Melakukan studi literatur
 - b. Penetapan lokasi penelitian
 - c. Pengumpulan data yang diperlukan dalam penelitian ini.
 - d. Pengadaan perangkat lunak dan perangkat keras yang digunakan dalam penelitian.
2. Tahap pengolahan data

Tahap pengolahan data pada penelitian ini terbagi menjadi tiga bagian yaitu

 - a. Deteksi haze metode HOTA dan metode AHOT
 - Pembentukan garis clear line dari analisis regresi linier nilai digital number pada area citra yang bersih

menghasilkan nilai *slope* untuk deteksi *haze* metode HOT. Selanjutnya pada metode AHOT, proses *fillsink* dan *flatten peak* dilakukan untuk mendapatkan citra deteksi *haze* metode AHOT. Kedua citra ini kemudian dianalisis untuk mendapatkan batas bawah dan batas atas dari *haze*.

b. Pengolahan *Haze Removal*

Haze removal dilakukan pada dua citra hasil deteksi *haze* yang telah diketahui batas atas dan batas bawahnya. Metode DOS dilakukan pada hasil deteksi HOT sehingga menghasilkan citra HOT-DOS yang telah bersih. Metode VCP dilakukan pada hasil deteksi AHOT sehingga menghasilkan citra AHOT-VCP yang telah bersih

c. Klasifikasi NDVI

Klasifikasi ini dilakukan pada 3 citra yaitu citra sebelum dilakukan *haze removal*, dan 2 citra sesudah proses *haze removal* baik metode HOT-DOS maupun metode AHOT-VCP.

3. Tahap analisis

Tahap analisis hasil pada penelitian ini antara lain:

a. Analisis batas atas dan batas bawah *haze*

Analisis ini menggunakan citra hasil deteksi *haze* metode HOT dan AHOT. Batas bawah dan batas atas ini dilakukan analisis untuk melihat perbedaan rentang *haze* pada citra.

b. Analisis Nilai Spektral Hasil *Haze Removal*

Analisis ini dilakukan untuk melihat perbedaan antara citra sebelum dan sesudah dilakukan *haze removal*. Sehingga akan diketahui ada atau tidaknya perubahan nilai spektral citra yang dihasilkan.

c. Analisis *Haze Removal* Berdasarkan Tutupan Lahan

Analisis ini dilakukan pada objek citra hasil *haze removal* yang dibandingkan dengan tutupan lahan yang ada pada citra sebelum dilakukan *haze removal*.

d. Analisis pengaruh *haze removal*

Analisis ini dilakukan dengan uji hipotesis berdasarkan hasil survei pengukuran objek dilapangan yang dibandingkan dengan interpretasi citra sebelum dan sesudah dilakukan *haze removal*.

IV. Hasil dan Pembahasan

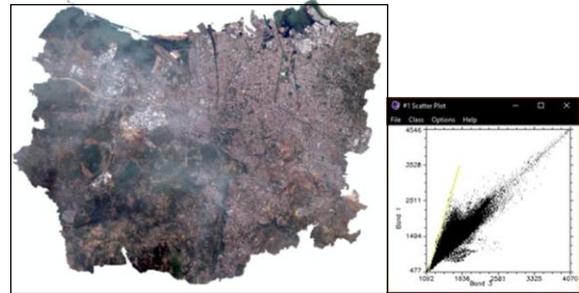
IV.1 Hasil *Haze Detection*

IV.1.1 Metode HOT

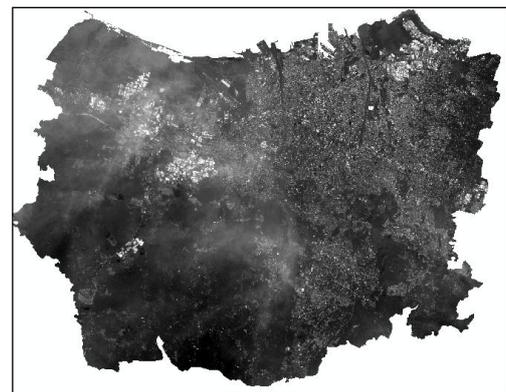
Metode deteksi kabut diantaranya adalah menggunakan metode HOT dan metode AHOT yang menggunakan korelasi dari *digital number* (DN) pada kanal merah dan kanal biru pada area dengan kondisi atmosfer bersih diberbagai tutupan lahan. Korelasi antara dua kanal ini menghasilkan garis regresi linier yang disebut *clear line*.

Citra LPN_SPOT7_201709130226190 pada gambar 5 daerah yang bebas awan dan bebas kabut menghasilkan nilai statistik yaitu korelasi sebesar 0.961473, standar deviasi y sebesar 284,905, standar deviasi x sebesar 199.602, nilai kovarians 54676.766 sehingga dihasilkan nilai varians 39841.048 dan nilai *slope* sebesar 1.372 atau 78° . *Clear line* yang terbentuk berada dari *slope angle* tersebut berada dekat dengan

sumbu y sehingga *scatter plot* yang berada dibawahnya diasumsikan mengandung *haze*. Hasil dari deteksi *haze* metode HOT dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5 Citra *Hazy*

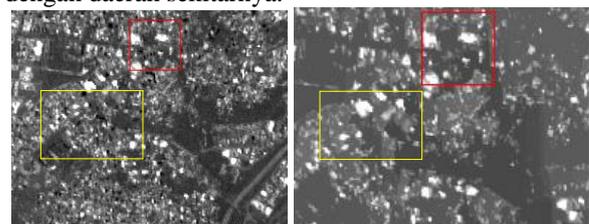


Gambar 6 Hasil deteksi HOT

Gambar 6 menunjukkan citra HOT yang memiliki kondisi berkabut dimana terlihat berwarna putih kabur. Penelitian Zhang, dkk (2002) pada citra Landsat TM menyebutkan bahwa rentangan nilai citra HOT yang mengandung *haze* berada pada nilai 30 sampai 50. Nilai dibawah rentangan tersebut mengindikasi daerah bebas gangguan dan nilai diatasnya merupakan indikasi adanya tutupan awan atau salju(es). Rentang nilai HOT pada citra A yang terdeteksi *haze* berada pada nilai antara 11 sampai 20. Nilai kurang dari 11 merupakan daerah yang bebas dari *haze* dan nilai diatas 20 adalah nilai yang mendeteksi awan dan bangunan

IV.1.2 Metode AHOT

Metode ini mengembangkan metode HOT dengan menambahkan dua tahap yakni tahap *fillsink* dan *flatten peak* He, dkk (2010). Kedua tahap tersebut memperbaiki kesalahan yang terjadi pada deteksi *haze* metode HOT. Hasil dari *fillsink* dapat dilihat pada gambar 7 dimana lubang atau *sink* yang ada pada citra HOT hilang dan digantikan dengan nilai yang sesuai dengan daerah sekitarnya.



Gambar 7 Citra HOT (kiri) dan hasil *fillsink* (kanan)

Flatten peak merupakan tahap mengoreksi citra HOT yang memiliki nilai tinggi dan berbeda dengan sekitarnya. Nilai HOT tinggi ini berada diatas objek bangunan dengan atap berwarna putih yang memiliki nilai seperti awan sehingga hal tersebut mempengaruhi nilai HOT yang dihasilkan. Citra hasil proses *flatten peak* dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8 Citra HOT (kiri) dan hasil *flatten peak* (kanan)

Deteksi *haze* menggunakan dua tahap pada metode AHOT ini berada pada nilai rentang antara 30 sampai 56 sehingga citra yang berada dibawah nilai 30 teridentifikasi sebagai bagian yang bersih dan diatas nilai 56 adalah citra yang mengandung awan.

IV.2 Hasil Haze Removal

Haze removal atau proses menghilangkan kabut adalah tahap selanjutnya yang dilakukan dalam penelitian ini. Proses ini dilakukan setelah proses sebelumnya sudah ditemukan yaitu proses *haze detection*. Hasil dari proses sebelumnya menjadi dasar dalam proses seleksi menghilangkan kabut melalui rentangan (*threshold*) nilai *haze* yang ada pada citra tersebut. *Haze removal* ini dilakukan dengan dua metode yaitu untuk hasil deteksi *haze* metode HOT menggunakan metode DOS (Metode HOT-DOS) dan metode AHOT menggunakan metode VCP untuk *haze removal* (Metode AHOT-VCP).

IV.2.1 Analisis Nilai Spektral Hasil Haze Removal Metode HOT-DOS

Citra SPOT 7 ini memiliki 4 kanal yaitu kanal merah (*band 1*), kanal hijau (*band 2*), kanal biru (*band 3*) dan kanal inframerah dekat (*band 4*). Metode DOS ini mengoreksi 4 kanal yang ada dengan mengurangi masing-masing dengan batas bawah dari citra hasil deteksi *haze* metode HOT. Citra hasil *haze removal* metode DOS yang dilakukan pada citra *hazy* dapat dilihat pada gambar 9.



Gambar 9 Citra Hasil HOT-DOS

Citra yang dihasilkan dengan metode HOT-DOS ini terlihat lebih gelap dari citra sebelum dikoreksi dan *haze* yang terdapat pada citra hilang. Objek-objek pada citra juga mengalami perubahan warna menjadi lebih gelap. Perubahan nilai standar deviasi pada citra hasil pengolahan adalah kanal 1 dari 610.701 menjadi 582.496, kanal 2 dari 634.936 menjadi 562.712, kanal 3 dari 680.404 menjadi 599.921 dan kanal 4 dari 1139.073 menjadi 1075.464. Perubahan nilai spektral yang terjadi pada citra hasil *haze removal* dapat dilihat pada statistik sebelum dan sesudah dilakukan *haze removal* pada gambar 11.



Gambar 10 Statistik sebelum (kiri) dan sesudah (kanan) *haze removal* HOT-DOS

IV.2.2 Analisis Nilai Spektral Hasil Haze Removal Metode AHOT-VCP

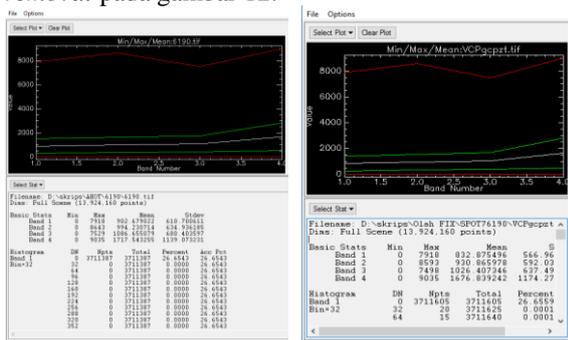
Metode deteksi *haze* yang dilakukan oleh He, dkk (2010) yaitu metode AHOT juga mengunakan metode *haze removal* yaitu metode VCP. Metode ini untuk pertama kali dikenalkan oleh penulis dengan mempertimbangkan 2 parameter dalam *haze removal*. Parameter tersebut adalah batas bawah dan batas atas *haze*. Batas bawah (*lower limit*) dan batas atas (*upper limit*) *haze* digunakan untuk membuat titik intersep yang digunakan untuk membatasi koreksi pada daerah berkabut saja. Hasil dari metode ini dapat dilihat pada gambar 11.



Gambar 11 Citra Hasil AHOT-VCP

Nilai spektral dari citra hasil *haze removal* metode ini juga mengalami perubahan dari hasil sebelumnya. Perubahan nilai standar deviasi pada citra hasil pengolahan adalah kanal 1 dari 610.701 menjadi 566.962855, kanal 2 dari 634.936 menjadi 592.036, kanal 3 dari 637.493 menjadi 599.921 dan kanal 4 dari 1139.073 menjadi 1174.272. Perubahan nilai spektral yang terjadi pada citra hasil *haze removal* dapat dilihat

pada statistik sebelum dan sesudah dilakukan *haze removal* pada gambar 12.



Gambar 12 Statistik sebelum (kiri) dan sesudah (kanan) *haze removal* AHOT-VCP

IV.2.3 Analisis Haze Removal Berdasarkan Tutupan Lahan

Analisis ini dilakukan pada berbagai tutupan lahan yang ada di Kota Semarang, diantaranya yaitu:

1. **Bangunan**

Hasil dari *haze removal* pada objek gedung mengalami perubahan yang dapat dilihat pada gambar 13. Tutupan kabut yang ada diatas objek bangunan tersebut terlihat tipis namun dengan adanya atap berwarna putih pada bangunan, maka nilai spektral bangunan tersebut menjadi tinggi menyerupai awan. Gambar 13 menunjukkan hasil *haze removal* dengan metode HOT-DOS dan metode AHOT-VCP untuk menghilangkan *haze*. Objek bangunan pada metode ini mampu dikoreksi menggunakan metode AHOT-VCP dimana kabut diatas objek bangunan ini mampu dihilangkan namun akibatnya adalah objek terlihat lebih gelap dari sebelumnya. Bentuk dari objek bangunan hasil metode ini juga tidak mengalami perubahan. Objek dengan warna atap tidak putih juga masih memiliki warna yang seharusnya pada metode AHOT-VCP.



Gambar 13 Objek Bangunan pada citra sebelum pengolahan, hasil *haze removal* metode HOT-DOS dan hasil pengolahan metode AHOT-VCP

2. **Vegetasi**

Gambar 14 menunjukkan citra sebelum pengolahan (kiri), sesudah *haze removal* metode HOTDOS (tengah) dan metode AHOT-VCP (kanan) pada tutupan lahan vegetasi. Lapisan kabut sebelum dilakukan proses pengolahan tampak menyebar dan memiliki ketebalan yang berbeda. Tutupan vegetasi yang dilapisi kabut diatas adalah vegetasi berupa pohon dan rerumputan. Hasil dari metode HOT-DOS dan metode AHOT-VCP keduanya menghasilkan warna vegetasi berwarna lebih gelap dengan hilangnya kabut.



Gambar 14 Vegetasi pada citra sebelum pengolahan, sesudah *haze removal* metode HOT-DOS dan metode AHOT-VCP

3. **Pemukiman**

Kabut pada objek pemukiman yang memiliki atap putih pada metode DOS tidak mampu hilang dan tampak masih berwarna putih berkabut yang berbeda dengan sekitarnya. Metode AHOT-VCP pada gambar 15 (kanan) mampu menghilangkan kabut dan mempertahankan warna atap dari pemukiman maupun warna vegetasi dan juga aliran DAS yang ada dibawah kabut.



Gambar 15 Pemukiman pada citra sebelum pengolahan, sesudah *haze removal* metode HOT-DOS dan metode AHOT-VCP

4. **Badan Air**

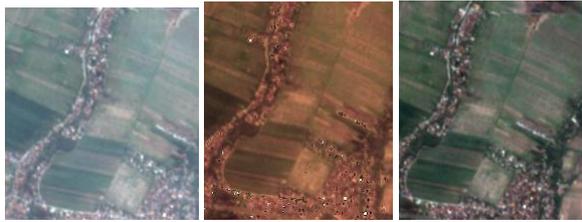
Gambar 16 menunjukkan area Waduk Jatibarang yang mana berada di wilayah perbukitan Kota Semarang. Hasil pengolahan dengan metode HOT-DOS memiliki warna tampilan lebih gelap untuk semua tutupan lahan pada area ini sedangkan hasil dari deteksi AHOT dengan metode VCP adalah lebih cerah. Kedua metode ini menghilangkan kabut diatas tutupan lahannya.



Gambar 16 Badan Air pada citra sebelum pengolahan, sesudah *haze removal* metode HOT-DOS dan metode AHOT-VCP

5. **Sawah**

Gambar 17 menunjukkan hasil *haze removal* dengan metode HOT-DOS dan metode AHOT-VCP. Kedua metode ini menghasilkan citra yang sudah tidak mengandung *haze* sehingga objek lahan sawah terlihat lebih jelas. Metode HOT-DOS dan AHOT-VCP ini menghasilkan warna citra yang berbeda dimana metode DOS menghasilkan warna lebih coklat dan lebih gelap. Pada metode VCP, sawah terlihat lebih jelas tanpa adanya *haze* begitupula dengan bentuk tiap lahan yang berbeda sesuai warna dan pematangannya.



Gambar 17 Sawah pada citra sebelum pengolahan, sesudah haze removal metode HOT-DOS dan metode AHOT-VCP

IV.3 Analisis Geometrik Citra Haze Removal

Analisis Geometrik citra satelit dilakukan dengan survei ke lapangan dengan cara pengukuran panjang objek yang terdapat pada citra. Titik koordinat data diambil menggunakan alat GPS *Handheld* dimana seluruhnya berada di wilayah Kota Semarang. Jumlah titik sampel yang diambil sebanyak 33 titik dengan tutupan lahan yang berbeda. Pengukuran panjang pada objek tutupan lahan dilakukan menggunakan alat pita ukur. Tabel 1 menunjukkan koordinat dan panjang dari titik sampel yang telah diukur dilapangan. Sebaran titik sampel dapat dilihat pada gambar 18.



Gambar 18 Sebaran titik survei lapangan

Tabel 1 Hasil Survei Lapangan

No	Koordinat		Data Panjang Objek (meter)				Error (meter)				
	X	Y	Lapangan	Clear	Hazy	HOT	AHOT	Clear	Hazy	HOT	AHOT
1	110.394	-7.0467	54.300	53.429	53.180	50.447	51.279	0.871	1.120	3.853	3.021
2	110.388	-7.0425	81.900	80.020	87.689	87.539	86.243	-1.880	-5.789	-5.639	-4.345
3	110.383	-7.0873	61.500	61.500	58.438	62.471	60.916	-0.001	3.062	-0.971	0.584
4	110.321	-7.0912	107.000	105.994	116.087	102.205	104.307	1.006	-9.087	4.795	2.693
5	110.309	-7.0202	62.000	61.792	60.864	59.050	61.503	0.208	1.136	2.950	0.497
6	110.309	-7.0202	13.500	12.655	19.607	12.490	12.230	0.845	-6.107	1.010	1.270
7	110.306	-7.0158	128.600	126.335	109.537	128.169	125.952	2.265	19.063	0.431	2.648
8	110.313	-7.0027	171.000	171.545	169.534	173.404	169.131	-0.545	1.466	-2.404	1.869
9	110.316	-7.0015	63.000	64.721	71.949	63.894	63.889	-2.721	-9.049	-1.894	-1.889
10	110.316	-7.0016	62.300	63.306	64.376	62.295	60.489	-1.286	-2.076	-0.995	1.811
11	110.316	-7.0016	19.000	18.685	17.400	21.102	20.003	0.315	1.600	-2.102	-1.003
12	110.399	-6.9667	89.400	90.708	92.172	87.592	87.196	-1.308	-2.772	1.808	2.204
13	110.399	-6.9667	50.300	50.347	51.195	51.020	51.217	-0.047	-0.895	-0.720	-0.917
14	110.397	-6.9791	67.000	66.715	60.346	66.390	67.148	0.285	6.654	0.610	-0.148
15	110.397	-6.9791	11.900	13.420	14.567	12.699	12.367	-1.520	-2.667	-0.799	-0.467
16	110.394	-6.98	112.500	112.705	120.785	111.449	111.992	-0.205	-8.285	1.051	0.508
17	110.394	-6.98	73.600	73.708	83.367	72.734	74.107	-0.108	-9.767	0.866	-0.507
18	110.41	-6.9747	79.300	79.335	78.323	79.834	79.574	-0.035	0.977	-0.534	-0.274
19	110.41	-6.9747	26.730	26.924	29.158	26.056	26.687	-0.194	-12.428	0.674	0.043
20	110.344	-6.9739	126.300	127.292	142.660	130.438	127.758	-0.992	-16.360	-4.138	-1.458
21	110.347	-6.9713	176.870	176.244	170.625	180.111	175.567	0.626	6.245	-3.241	1.303
22	110.347	-6.9713	125.670	125.524	139.218	120.185	124.216	0.146	-13.548	5.485	1.454
23	110.4	-7.0495	90.200	89.747	94.034	89.769	90.642	0.453	-3.834	0.431	-0.442
24	110.321	-7.0924	59.300	59.516	57.512	56.439	57.129	-0.216	1.788	2.861	2.171
25	110.321	-7.0911	36.000	36.875	49.771	36.273	38.697	-0.875	-13.771	-0.273	-2.697
26	110.309	-7.0203	43.600	43.746	43.924	40.884	42.366	-0.146	-0.324	2.716	1.234
27	110.309	-7.0203	32.250	31.339	34.347	32.638	31.023	0.911	7.903	-0.388	1.227
28	110.33	-7.0933	78	77.903	84.805	76.444	78.226	0.097	-6.805	1.556	-0.226
29	110.306	-7.057	59.66	56.910	45.260	57.059	56.729	2.750	14.400	2.601	2.931
30	110.306	-7.057	33	32.072	36.889	31.905	32.054	0.288	-3.889	1.095	0.946
31	110.314	-7.0541	44.3	44.364	42.338	42.589	42.998	-0.064	1.962	1.711	1.302
32	110.314	-7.0541	31.8	31.913	37.326	31.205	30.788	-0.113	-5.526	0.595	1.012
33	110.402	-6.981	69	68	80.043	69.688	66.402	1.000	-11.043	-0.688	2.598
MEAN								0.756	6.406	1.875	1.445
STANDAR DEVIASI								0.764	5.093	1.525	1.024
VARIAN								0.584	25.942	2.326	1.049
RMS								1.067	8.136	2.403	1.762

Tabel 1 menunjukkan perbandingan nilai hasil survei lapangan dengan 3 citra SPOT yaitu citra bersih yang tidak mengandung haze ataupun awan, citra yang mengandung haze sebelum pengolahan (citra hazy) dan citra hasil pengolahan haze removal. Nilai rata-rata eror yang didapatkan adalah 0.764 pada citra

bersih, 6.406 pada citra hazy, 1.875 pada citra hasil HOT (DOS) dan 1.445 pada citra hasil AHOT(VCP). Nilai standar deviasi yang didapatkan adalah 0.764 pada citra bersih, 5.093 pada citra hazy, 1.525 pada citra hasil HOT (DOS) dan 1.024 pada citra hasil AHOT(VCP). Nilai RMS eror yang didapatkan adalah 1.067 pada citra bersih, 8.136 pada citra hazy, 2.403 pada citra hasil HOT (DOS) dan 1.762 pada citra hasil AHOT(VCP).

IV.4 Analisis Pengaruh Haze Removal

Data hasil pengukuran dilapangan dilakukan uji hipotesis dua arah sampel berkorelasi untuk mengetahui hubungan antar variabel yaitu citra sebelum dan citra hasil metode HOT dan AHOT. Variabel yang digunakan untuk uji ini adalah selisih dari panjang objek dilapangan dengan panjang objek dicitra. Pengujian dilakukan pada tingkat signifikansi (α) sebesar 0,05. Hasil dari uji ini dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Uji Hipotesis Paired t test (kiri) dan independent t test (kanan)

No	Error (meter)			No	Error (meter)		
	Hazy	HOT	AHOT		HOT	AHOT	
1	1.120	3.853	3.021	1	3,853	3,021	
2	-5.789	-5.639	-4.345	2	-5,639	-4,345	
3	3.062	-0.971	0.584	3	-0,971	0,584	
4	-9.087	4.795	2.693	4	4,795	2,693	
5	1.136	2.950	0.497	5	2,950	0,497	
6	-6.107	1.010	1.270	6	1,010	1,270	
7	19.063	0.431	2.648	7	0,431	2,648	
8	1.466	-2.404	1.869	8	-2,404	1,869	
9	-9.049	-1.894	-1.889	9	-1,894	-1,889	
10	-2.076	-0.995	1.811	10	-0,995	1,811	
11	1.600	-2.102	-1.003	11	-2,102	-1,003	
12	-2.772	1.808	2.204	12	1,808	2,204	
13	-0.895	-0.720	-0.917	13	-0,720	-0,917	
14	6.654	0.610	-0.148	14	0,610	-0,148	
15	-2.667	-0.799	-0.467	15	-0,799	-0,467	
16	-8.285	1.051	0.508	16	1,051	0,508	
17	-9.767	0.866	-0.507	17	0,866	-0,507	
18	0.977	-0.534	-0.274	18	-0,534	-0,274	
19	-12.428	0.674	0.043	19	0,674	0,043	
20	-16.360	-4.138	-1.458	20	-4,138	-1,458	
21	6.245	-3.241	1.303	21	-3,241	1,303	
22	-13.548	5.485	1.454	22	5,485	1,454	
23	-3.834	0.431	-0.442	23	0,431	-0,442	
24	1.788	2.861	2.171	24	2,861	2,171	
25	-13.771	-0.273	-2.697	25	-0,273	-2,697	
26	-0.324	2.716	1.234	26	2,716	1,234	
27	7.903	-0.388	1.227	27	-0,388	1,227	
28	-6.805	1.556	-0.226	28	1,556	-0,226	
29	14.400	2.601	2.931	29	2,601	2,931	
30	-3.889	1.095	0.946	30	1,095	0,946	
31	1.962	1.711	1.302	31	1,711	1,302	
32	-5.526	0.595	1.012	32	0,595	1,012	
33	-11.043	-0.688	2.598	33	-0,688	2,598	
Jumlah	6.406	1.875	1.445	Jumlah	61,885	47,699	
Rata-rata	5.093	1.525	1.024	Rata-rata	1,875	1,445	
Varian	25.942	2.326	1.049	Varian	8,136	3,646	
Standar Deviasi	8.136	2.403	1.762	Standar Deviasi	2,852	1,909	
Df		32	32	t hitung	7,483	7,225	
t hitung		7.483	7.225	t tabel	1,669		
t tabel		2.037	2.037	t hitung	-0,725		

Tabel 2 merupakan tabel hasil uji hipotesis dengan uji t paired sample t test dan independent t test (kanan). Pada uji t paired sample t test jika $-t \text{ tabel} \leq t \text{ hitung} \leq + t \text{ tabel}$, maka kesimpulannya H_0 diterima dan H_a ditolak, jika $-t \text{ hitung} < -t \text{ tabel}$ atau $-t \text{ hitung} < -t \text{ tabel}$, maka H_0 ditolak.

- a. H_0 : Tidak ada perbedaan signifikan antara metode HOT terhadap *haze removal* yang dilakukan pada citra satelit SPOT 7 yang mengandung kabut.
- b. H_a : Ada perbedaan signifikan antara metode HOT terhadap *haze removal* yang dilakukan pada citra satelit SPOT 7 yang mengandung kabut.

1. Metode HOT

Metode HOT menghasilkan t hitung > t tabel yaitu $7,483 < 2,307$ sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Kesimpulan dari uji hipotesis pada Metode HOT yaitu ada perbedaan signifikan antara metode HOT terhadap *haze removal* yang dilakukan pada citra satelit SPOT 7 yang mengandung kabut berdasarkan data hasil survei lapangan yang didapatkan..

2. Metode AHOT

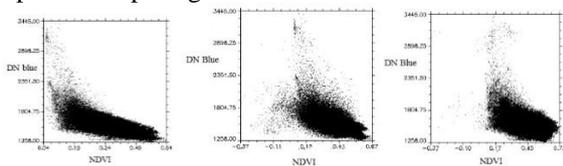
Metode AHOT menghasilkan t hitung > t tabel yaitu $7,225 < 2,307$ sehingga H_0 ditolak dan H_a diterima. Kesimpulan dari uji hipotesis pada Metode AHOT yaitu ada perbedaan signifikan antara metode HOT terhadap *haze removal* yang dilakukan pada citra satelit SPOT 7 yang mengandung kabut berdasarkan data hasil survei lapangan yang didapatkan.

Tabel 2 (kanan) menghasilkan perhitungan *independent t test* dimana t hitung < t tabel yaitu $-0,725 < 1,669$ maka hipotesis 0 atau H_0 diterima. Uji hipotesis *independent t test* dengan pihak kiri ini mencapai hasil bahwa metode AHOT tidak lebih baik atau sama dengan metode HOT dalam tingkat signifikansi 0,05. Hal ini dikarenakan antara metode AHOT dan metode HOT tidak terlalu berbeda RMS erornya.

IV.5 Analisis Klasifikasi NDVI

Indeks vegetasi NDVI menggunakan dua kanal dalam proses kalkulasinya yaitu kanal merah dan kanal inframerah dekat. Koreksi radiometrik yang dilakukan adalah dengan mengubah nilai *digital number* menjadi nilai radian TOA (*Top Of Atmospher*) lalu menjadi reflektan TOA (*Top Of Atmospher*).

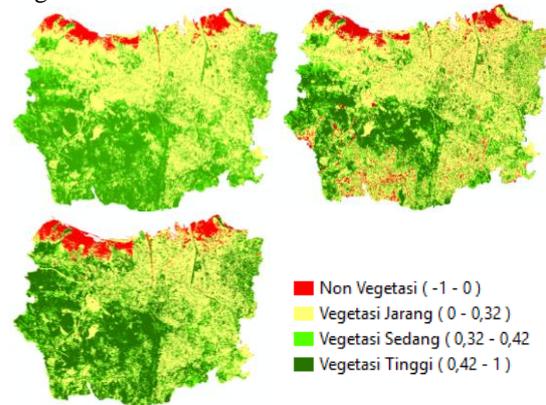
Penelitian ini menggunakan indeks vegetasi NDVI pada 3 citra yaitu citra sebelum dilakukan pengolahan *haze removal* dan 2 citra hasil pengolahan yaitu dengan metode HOT-DOS dan metode AHOT-VCP. Perbandingan *scatter plot* dari hasil pengolahan NDVI sebelum dan sesudah dilakukan *haze removal* dapat dilihat pada gambar 19.



Gambar 19 *Scatter Plot* Hasil NDVI dan DN blue pada citra sebelum(kiri), hasil HOTDOS (tengah) dan hasil AHOT VCP (kanan)

Gambar 19 merupakan *scatter plot* dari piksel NDVI (sumbu x) dan DN saluran biru (sumbu y) pada daerah yang dilapisi *haze*. *Scatter plot* piksel pada gambar menunjukkan adanya perubahan pada nilai NDVI yang terdapat pada daerah yang mengandung *haze* sesuai dengan perubahan dari piksel kanal biru yang juga berubah setelah dilakukannya *haze removal*,

baik pada metode HOT dan DOS maupun metode AHOT dan VCP. Gambar 19 memperlihatkan adanya perbedaan nilai piksel saluran biru setelah dilakukan *haze removal* dan juga perbedaan pada hasil indeks vegetasi NDVI.



Gambar 20 Hasil Klasifikasi NDVI citra *hazy* (kiri atas), hasil HOTDOS (kanan atas) dan hasil AHOT VCP (kiri bawah)

Klasifikasi NDVI ini dilakukan menjadi 4 kelas yaitu non vegetasi, vegetasi jarang, vegetasi sedang dan vegetasi tinggi. Hasil klasifikasi NDVI dapat dilihat pada gambar sebelum proses *haze removal*, gambar *haze removal* metode HOT-DOS dan gambar *haze removal* metode AHOT-VCP. Ketiga hasil klasifikasi tersebut memiliki banyak perubahan. Citra sebelum dikoreksi memiliki tutupan vegetasi rapat (tinggi) dan vegetasi jarang yang lebih dominan. Sedangkan pada hasil *haze removal* metode HOT-DOS, tutupan vegetasi jarang yang lebih mendominasi. Klasifikasi *haze removal* metode AHOT-VCP tidak terlalu berbeda jauh dengan citra sebelum dikoreksi, namun tutupan vegetasi rapat(tinggi) menjadi lebih banyak.

V. Kesimpulan dan Saran

V.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh penulis dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- 1. Batas bawah dan batas atas *haze* menggunakan metode HOT dan AHOT pada citra SPOT 7 menghasilkan deteksi *haze* yang berbeda. Citra hasil deteksi metode HOT pada citra LPN_SPOT7_201709130226190_ yang memiliki rentang nilai antara 1 sampai 100 mendeteksi *haze* pada rentang nilai batas bawah 11 dan rentang batas atas yang memisahkan *haze* dengan awan dan objek yang menyerupai awan adalah 20. Metode AHOT pada citra LPN_SPOT7_201709130226190_ yang memiliki rentang nilai antara 1 sampai 100 mendeteksi *haze* pada nilai batas bawah 30 dan nilai batas atas 56.
- 2. Berdasarkan hasil survei lapangan nilai RMS eror yang didapatkan adalah 1.067 pada citra bersih, 8.136 pada citra *hazy*, 2.403 pada citra hasil HOT (DOS) dan 1.762 pada citra hasil AHOT(VCP). Uji hipotesis yang telah

dilakukan pada citra hazy yang belum dilakukan *haze removal* dan citra hasil *haze removal* metode HOT-DOS maupun citra hazy yang belum dilakukan *haze removal* dan citra hasil *haze removal* metode AHOT-VCP, keduanya memiliki perbedaan yang nyata pada uji *paired t test* dengan tingkat signifikansi sebesar 95%. Berdasarkan *independent t test* pada metode AHOT dan metode HOT didapatkan bahwa metode AHOT tidak berbeda secara signifikan dengan metode HOT pada tingkat signifikansi sebesar 95%.

3. Klasifikasi NDVI pada citra SPOT 7 LPN_SPOT7_201709130226190_ sebelum dilakukan *haze removal* yaitu lebih banyak tutupan lahan yang terdeteksi sebagai vegetasi jarang dimana seharusnya lebih banyak non vegetasi (pemukiman) yang ada ditutupan lahan Kota Semarang. Hasil klasifikasi NDVI pada citra setelah dilakukan *haze removal* dengan metode HOT-DOS menghasilkan klasifikasi vegetasi jarang yang lebih mendominasi. Hasil klasifikasi NDVI pada citra setelah dilakukan *haze removal* dengan metode AHOT-VCP yaitu kelas vegetasi tinggi bertambah lebih banyak dibandingkan pada klasifikasi dua citra sebelumnya.

V.2 Saran

Berdasarkan penelitian tugas akhir ini, penulis memberikan beberapa saran yang dapat diambil sebagai berikut:

1. Melakukan pengolahan dengan citra SPOT 7 yang sudah di *pansharpening* untuk meningkatkan kualitas data citra.
2. Menggunakan perangkat komputer yang lebih memadai agar tidak memakan waktu lama dalam proses pengolahan.
3. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan analisis terhadap topografi dimana efek bayangan mempengaruhi wilayah penelitian. Hal tersebut untuk menguji ketelitian citra hasil *haze removal*.
4. Penelitian selanjutnya lebih memperhatikan batas atas dan batas bawah *haze* karena tiap-tiap wilayah tidak akan sama.
5. Penelitian selanjutnya bisa dilakukan pada daerah yang tidak memiliki banyak pemukiman dan bangunan tinggi untuk melihat apakah hasilnya lebih efektif karena pada penelitian ini bangunan dan gedung beratap putih cenderung terdeteksi sebagai *haze* tebal atau awan sehingga mengganggu proses *haze removal*.

DAFTAR PUSTAKA

Pustaka dari buku dan jurnal penelitian :

Candra, Ds., Kustiyo., Ismaya, H. 2014. Cloud Masking Data SPOT-6 dengan Menggunakan Pendekatan Nilai Reflektansi dan geometrik.

LAPAN : Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2014.

- Chen, S., dkk. 2015. An Iterative Haze Optimized Transformation for Automatic Cloud/Haze Detection of Landsat Imagery. http://www.ieee.org/publications_standards/publications/rights/index.html.
- He, Xing Yuan, Hu, JB., Chen, W., dan Li, XY. 2010. Haze Removal Based On Advanced Haze-Optimized Transformation (AHOT) For Multispectral Imagery. *International Journal of Remote Sensing*, 31:20, 5331-5348.
- Kauth, R.J., Thomas, GS. 1976. The Tasselled Cap -- A Graphic Description of the Spectral-Temporal Development of Agricultural Crops as Seen by LANDSAT. Purdue Univ.
- Kong, X., Qian, Y., Zhang, A., 2011. Haze and cloud cover recognition and removal for serial Landsat images, in: Liu, J., Tian, J., Sang, H., Ma, J. (Eds.), . p. 80061K. <https://doi.org/10.1117/12.902875>
- Khudzaeva, E. 2010. Sebaran Stok Karbon di Area Hutan Halmahera. Thesis. Depok : Universitas Indonesia.
- Kustiyo, Hayati, AK. 2016. Development of Landsat-8 Image Radiometric Quality Score (Phase I: Haze Identification). Semin. Nas. Penginderaan Jauh -2016.
- Kustiyo, Hayati, AK. 2016. Haze Removal In The Visible Kanals Of Landsat 8 Oli Over Shallow Water Area. *Remote Sensing Technology and Data Center, LAPAN. Jakarta.*
- Razali, M.F., Ahmad, A., Mohd, O., Bahari, N.I.S., Sakidin, H. 2015. Quantifying haze from satellite using haze optimized transformation (HOT). *Appl. Math. Sci.* 9, 1407-1416. <https://doi.org/10.12988/ams.2015.5130>
- Wirandha, F., Marwan, Nizamuddin. 2015. Klasifikasi Penggunaan Lahan Menggunakan Citra Satelit Spot-6 di Kabupaten Aceh Barat Daya Dan Aceh Besar. Seminar Nasional dan Expo Teknik Elektro.
- Zhang, Y., Guidon, B., Cihlar, J. 2002. An image transform to characterize and compensate for spatial variations in thin cloud contamination of Landsat images. *Can. Cent. Remote Sens.*

Pustaka dari internet :

- _____. <https://citrasatelit.wordpress.com/jual-citra-satelit/resolusi-sangat-tinggi-0-5-meter-1-5-meter/spot-6-1-5-meter/>. Diakses pada tanggal 20 Juli 2019.
- _____. <https://citrasatelit.wordpress.com/jual-citra-satelit/resolusi-sangat-tinggi-0-5-meter-1-5-meter/spot-7-1-5-meter/>. Diakses pada tanggal 20 Juli 2019.
- _____. <http://geoinformatics.com/spot-67-satshots-mapping-platforms/>.