

## ANALISIS DAN SIMULASI PENGHILANG HUJAN PADA CITRA DIGITAL MENGGUNAKAN IMAGE DECOMPOSITION

*Analysis and Simulation of Rain Removal from Digital Image Using Image Decomposition*

Dias Yusup Wardana

Fakultas Teknik Departemen Elektro dan Komunikasi - - Universitas Telkom

Jln. Telekomunikasi Dayeuhkolot Bandung 40257 Indonesia

dias.wardhana@gmail.com

### ABSTRAK

Foto atau citra adalah salah satu alat yang digunakan untuk mengabadikan kejadian tertentu dalam hidup. Namun terkadang terdapat beberapa hambatan dalam proses pengambilan gambar untuk menghasilkan sebuah citra. Salah satu hambatan tersebut adalah keadaan cuaca yang kurang mendukung sehingga citra yang dihasilkan kurang optimal, padahal tidak semua kejadian dapat terulang dan tidak setiap pemandangan akan sama pada waktu yang berbeda. Musim hujan merupakan salah satu keadaan cuaca yang menjadikan citra kurang optimal. Citra yang diambil saat hujan berlangsung akan mengandung butiran air hujan dan menutupi beberapa bagian pada citra sehingga citra yang dihasilkan bercampur dengan butiran hujan.

Dalam tugas akhir ini, telah dirancang sebuah sistem yang akan melakukan pemisahan *noise* berupa hujan dari sebuah citra digital dengan menggunakan *image decomposition*. Citra masukan akan diuraikan menjadi dua bagian dengan *bilateral filtering* menjadi komponen *high frequency* (HF) dan *low frequency* (LF), kemudian komponen HF akan diuraikan menjadi komponen hujan dan komponen non-hujan dengan metode *Morphological Component Analysis* (MCA). Sehingga komponen hujan dapat dihilangkan dari gambar dan menghasilkan citra tanpa *noise*. Perangkat lunak yang digunakan pada tugas akhir ini adalah Matlab R2012b.

Keluaran yang diperoleh adalah gambar yang telah dipisahkan dari hujan dengan kualitas yang lebih baik dengan nilai PSNR 33.84, waktu komputasi 278.71 dan nilai CC sebesar 0.592.

**Kata kunci :** hujan, *image decompositon*, MCA, *sparse coding*, *dictionary learning*

### ABSTRACT

*Photo or image is one of the media used to capture certain events in life. But sometimes there are some obstacles in the image-making process to produce an image. One such obstacle is bad weather so that the image produced is less than optimal, whereas not all events can happen and not every scene would be the same at different times. The rainy season is one of an example of bad and unwanted weather that makes the image less than optimal. The image that is taken in the rain will take place rain water-containing granules and cover some parts of the image so that the image resulting granules mixed with rain.*

*This paper has designed a system that will perform the separation of noise in the form of rain from a digital image using image decomposition. Input image will be decomposed into two parts with bilateral filtering into the high frequency component (HF) and low frequency (LF), HF component will then be decomposed into rain and non-rain components with Morphological Component Analysis (MCA) methods. So that the component can be removed from the images of rain and produce images without noise. The software used in this paper is Matlab R2012b.*

*The output is an image that has been separated from the rain with a better quality with PSNR 27.93, 278.71 computing time and CC value 0.77.*

**Keywords:** rain, *image decompositon*, MCA, *sparse coding*, *dictionary learning*

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Foto atau citra adalah salah satu alat yang digunakan untuk mengabadikan kejadian tertentu dalam hidup. Namun terkadang terdapat beberapa hambatan dalam proses pengambilan gambar untuk menghasilkan sebuah citra. Salah satu hambatan tersebut adalah keadaan cuaca yang kurang mendukung sehingga citra yang dihasilkan kurang optimal, padahal tidak semua kejadian dapat terulang dan tidak setiap pemandangan akan sama pada waktu yang berbeda.

Musim hujan merupakan salah satu keadaan cuaca yang menjadikan citra kurang optimal. Citra yang diambil saat hujan berlangsung akan mengandung butiran air hujan dan menutupi beberapa bagian pada citra sehingga citra yang dihasilkan bercampur dengan butiran hujan.

Oleh karena itu, dibutuhkan suatu sistem yang mampu menghilangkan hujan pada citra sehingga citra yang dihasilkan dapat lebih optimal tanpa butiran hujan. Untuk menghilangkan hujan pada citra, dilakukan proses pemisahan citra hujan dan citra keseluruhan dengan menggunakan *image decomposition*. Partikel hujan diidentifikasi sebagai *noise* yang kemudian dipisahkan dari

citra asalnya sehingga akan dihasilkan keluaran akhir berupa citra tanpa hujan.

## 1.2 Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah :

1. Mengimplementasikan proses pemisahan komponen *noise* dari sebuah citra dengan *image decomposition*.
2. Menganalisis hasil perfromansi dari parameter-parameter (domain spasial, domain intensitas, dan nilai aproksimasi (L)) pada sistem.  
Menganalisis performansi sistem dalam menghilangkan *noise* dari nilai PSNR, nilai CC, MOS dan waktu komputasi.

## 1.3 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana mendeteksi *noise* yang terdapat dalam sebuah citra?
2. Bagaimana menghilangkan *noise* dari suatu citra digital?
3. Bagaimana mendesain sebuah sistem penghilang *noise*?

## 1.4 Batasan Masalah

Tugas akhir ini akan membatasi permasalahan pada hal-hal berikut :

1. Citra masukan mengandung hujan yang tidak diinginkan
2. Citra yang digunakan merupakan citra digital dengan format *jpeg* (\*.jpeg)
3. Metode yang digunakan adalah *image decompose* dengan menggunakan *MCA*
4. Menggunakan perangkat lunak Matlab R2012b.
5. Parameter performansi yang digunakan adalah PSNR, CC dan MOS

## 1.5 Metodologi

Penelitian ini dilakukan dengan metode-metode sebagai berikut :

1. Penelitian untuk mencari pengaruh variabel tertentu terhadap variabel yang lain dalam kondisi terkendali secara ketat.
2. Variabel-variabel dikendalikan sedemikian rupa sehingga variabel luar yang mungkin mempengaruhi dapat dihilangkan
3. Bersifat : manipulasi, observasi, dan kontrol.

## 1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini disusun menjadi 5 bab utama yaitu :

### BAB I PENDAHULUAN

Menguraikan latar belakang pemilihan topic tugas akhir, tujuan penelitian, perumusan masalah, batasan masalah, metodologi penelitian, dan sistematika penulisan tugas akhir

### BAB II DASAR TEORI

Memaparkan teori-teori yang mendukung dan mendasari

penelitian tugas akhir ini, antara lain teori mengenai citra, teori *Bilateral Filter*, *Image Decomposition*, metode *Morphological Component Analysis* dan istilah-istilah yang terkait dengan judul dan dasar-dasar matematika.

### BAB III MODEL DAN PERANCANGAN SISTEM

Membahas tentang proses pemodelan dan implementasi sistem dalam menghilangkan komponen hujan dari gambar.

### BAB IV ANALISIS HASIL SIMULASI

Memberikan penjelasan tentang pengujian sistem, analisis terhadap hasil dan evaluasi performansi metode yang digunakan.

### BAB V PENUTUP

Berisikan kesimpulan dari penelitian tugas akhir yang telah dilakukan dan saran untuk pengembangan dan perbaikan pada penelitian tugas akhir selanjutnya.

## BAB II DASAR

### TEORI

#### 2.1 Citra Digital

Citra digital adalah sebuah Citra dapat diartikan sebagai suatu fungsi kontinu dari intensitas cahaya (x,y) dalam bidang dua dimensi, dengan (x,y) menyatakan suatu koordinat spasial dan nilai f pada setiap titik (x,y) menyatakan intensitas atau tingkat kecerahan atau derajat keabuan (brightness/gray level) dimana secara matematis dapat dirumuskan bahwa  $0 < f(x,y) < \infty$ . Dalam bidang pengolahan citra (image processing), citra yang diolah adalah citra digital, yaitu citra kontinu yang telah diubah ke dalam bentuk diskrit, baik koordinat ruangnya maupun intensitas (kecerahan) cahayanya melalui proses sampling dan kuantisasi.

#### 2.2 Citra Intensitas dan Citra RGB

Citra intensitas disebut juga citra *grayscale*. Citra grayscale merupakan citra digital yang mengandung matriks data I yang merepresentasikan nilai dalam suatu range. Elemen-elemen dalam matriks intensitas merepresentasikan berbagai nilai intensitas atau derajat keabuan, dimana nilai 0 merepresentasikan hitam dan 1, 255 atau 65535 merepresentasikan intensitas penuh atau warna putih.

Citra RGB disebut juga citra *truecolor*. Citra RGB merupakan citra digital yang mengandung matriks data berukuran  $m \times n \times 3$  yang merepresentasikan warna merah, hijau,

dan biru untuk setiap *pixel*nya. Setiap warna dasar diberi rentang nilai. Untuk monitor komputer, nilai rentang paling kecil 0 dan paling besar 255. Pemilihan skala 256 ini didasarkan pada cara mengungkap 8 digit bilangan biner yang digunakan oleh komputer. Sehingga total warna yang dapat diperoleh adalah lebih dari 16 juta warna. Warna dari tiap *pixel* ditentukan oleh kombinasi dari intensitas merah, hijau, dan biru.

### 2.3 Noise

*Noise* adalah komponen yang tidak diinginkan dalam sebuah citra sehingga dapat mengurangi informasi yang terkandung di dalamnya. Pada tugas akhir ini yang dimaksud dengan *noise* adalah hujan. Citra masukan merupakan sebuah citra digital yang mengandung *noise* yang tidak diinginkan berupa hujan..

### 2.4 Bilateral Filter

Metode bilateral filter merupakan metode perbaikan kualitas citra non-linier yang bersifat adaptif. Metode ini merupakan gabungan dari dua metode filter, yaitu domain filter dan range filter. Domain filter menggunakan bobot spasial sedangkan range filter menggunakan bobot fotometrik. Oleh karena itu metode bilateral filter dapat menghasilkan perhitungan yang lebih akurat dibandingkan dengan metode-metode sebelumnya.

Bobot yang pertama dalam metode bilateral filter adalah bobot spasial, yaitu menghitung kedekatan *pixel* secara geometris, maksudnya adalah memperhitungkan kedekatan antar *pixel*. Proses *bilateral filter* ini akan menghasilkan komponen yang digunakan untuk mendapatkan komponen yang akan digunakan pada proses perbaikan kualitas citra dengan MCA.

### 2.5 Morphological Component Analysis (MCA)

*Morphological Component Analysis* atau MCA merupakan metode dekomposisi yang mengubah dari sebuah sinyal menjadi atom-atom penyusun yang dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki kualitas citra. Misalkan  $I$  merupakan sebuah sinyal, maka atom-atom penyusunnya adalah  $\{d_i\}_{i=1, \dots, N}$ . Pendekatan MCA akan mengasosiasikan setiap sinyal  $d_i$  kedalam sebuah *dictionary*  $D_i$  yang akan digunakan untuk memperbaiki bagian yang tidak diinginkan (mengandung *noise*). Untuk menghilangkan hujan pada citra,  $d_i$  akan digunakan dalam proses MCA, karena setelah bagian hujan yang dihilangkan terdapat pada  $d_i$ .

### 2.6 Dictionary

*Overcomplete dictionary* yang mengarah ke *sparse representasi* dapat dibagi menjadi 2 jenis berdasarkan sifatnya, pertama adalah *pra-specified* yaitu fungsinya telah ditentukan terlebih dahulu, kedua adalah *pra-*

*specific* yaitu fungsi yang mampu beradaptasi berdasarkan contoh sinyal yang diberikan.

Dengan memilih tipe yang menentukan fungsinya terlebih dahulu maka diperlukan algoritma sederhana dan cepat untuk evaluasi dari *sparse representasi*. Contohnya adalah *overcomplete wavelets*, *curvelets*, dan sebagainya. Preferensi biasanya diberikan untuk *frame* yang ketat sehingga dengan mudah dilakukan *pseudo-inverse*.

Keberhasilan penerapan *dictionary* bergantung pada seberapa cocok membentuk sinyal yang bersangkutan secara *sparse*. Dalam penelitian ini, *dictionary* yang digunakan mampu melakukan pelatihan/*learning* berdasarkan contoh sinyal yang diberikan (??).

### 2.7 Histogram of Oriented Gradient (HOG)

*Histogram of Oriented Gradient (HOG)* adalah sebuah metode yang digunakan dalam *image processing* untuk tujuan deteksi obyek. Teknik ini menghitung nilai gradien dalam daerah tertentu pada suatu citra. Tiap citra mempunyai karakteristik yang ditunjukkan oleh distribusi gradien. Karakteristik ini diperoleh dengan membagi *image* kedalam daerah kecil yang disebut *cell*. Tiap *cell* memiliki sebuah histogram dari sebuah gradien masing-masing. Kombinasi dari histogram tersebut dijadikan sebagai deskriptor yang mewakili sebuah obyek.

Prinsip kerja HOG ialah menghitung nilai dan arah (vektor) gradien dalam daerah tertentu, sehingga akan tampak karakteristik distribusi gradien pada suatu gambar. Karakteristik distribusi gradien inilah yang akan menggambarkan bagaimana bentuk suatu objek pada gambar, lalu akan ditentukan seberapa dekat kemiripan bentuk dari objek pada gambar tersebut terhadap objek yang ingin dideteksi. Hasil *feature HOG* akan digunakan pada proses pengklasifikasian dengan metode k-means.

### 2.8 Algoritma K-Means

K-means merupakan salah satu metode data clustering yang mempartisi data yang ada ke dalam bentuk satu atau lebih cluster/kelompok. Metode ini mempartisi data ke dalam cluster/ kelompok sehingga data yang memiliki karakteristik yang sama dikelompokkan ke dalam satu cluster yang sama dan yang memiliki karakteristik yang berbeda dikelompokkan pada kelompok yang lain. Algoritma ini akan menempatkan setiap data atau objek pada cluster terdekat. Kedekatan dua objek ditentukan berdasarkan jarak. Jarak yang digunakan pada algoritma k-Means adalah *Euclidean distance* ( $d$ ).

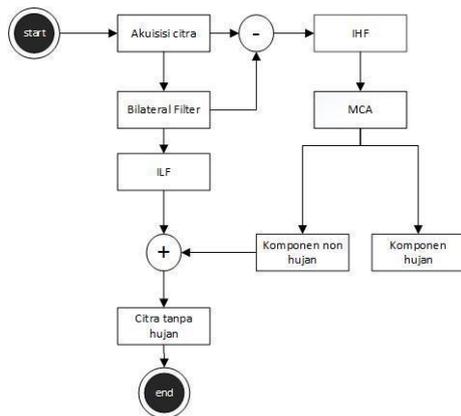
Tujuan dari penggunaan algoritma ini adalah untuk mengklasifikasikan DHF menjadi  $d_{NR}$  dan  $d_{R}$  merupakan *dictionary* berasal dari pixel-pixel yang tidak mengandung hujan sedangkan  $d_{NR}$  adalah *dictionary* yang berasal dari pixel-pixel yang

mengandung hujan.  $L$  dan  $H_F$  akan digunakan untuk memperbaiki atom yang terkandung dalam  $L$

**BAB III  
PERANCANGAN SISTEM**

**3.1 Blok Diagram Sistem**

Adapun blok diagram sistem ini dapat dilihat dari gambar berikut :



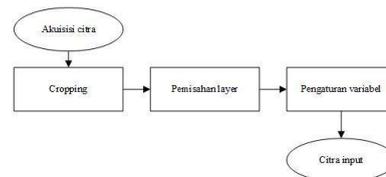
**Gambar 3.1** Blok diagram sistem dekomposisi hujan

Berdasarkan gambar tersebut, sistem ini akan melakukan *smoothing* citra input dengan menggunakan *bilateral filter* yang menghasilkan *low frequency image* ( $L$ ), kemudian untuk mendapatkan *high frequency image* ( $H_F$ ) citra input  $I$  akan dikurangkan dengan  $L$  adalah bagian citra yang akan diuraikan menjadi komponen hujan dan komponen non-hujan dengan metode MCA. Dalam proses MCA, terjadi proses pengekstrakan  $H_F$  menjadi atom-atom untuk mencari komponen hujan dan non-hujan yang ada. Untuk mendapatkan citra

tanpa hujan, maka hasil dari proses bilateral filter yaitu  $L$  dan  $H_F$  dijumlahkan.

**3.2 Akuisisi Citra**

Citra yang akan di inputkan adalah citra digital RGB ber-noise hujan yang diambil menggunakan kamera DSLR. Sebelum digunakan sebagai data uji, citra akan melalui proses *cropping* menjadi ukuran 256 x 256 pixel dan berformat *.jpeg*. Untuk meng-*cropping* citra, digunakan *Adobe Photoshop CS5*.



**Gambar 3.2** Blok diagram akuisisi citra

**3.2.1. Pemisahan layer**

Sistem penghilang hujan ini bekerja pada satu layer saja, sehingga citra yang pada awalnya memiliki tipe RGB ( $M \times N \times 3$ ) akan menjadi citra satu layer ( $M \times N \times 1$ ) dengan tipe layer *red*, layer *green*, dan layer *blue*. Ketiga layer tersebut diproses secara terpisah.

**3.2.2. Pengaturan variable**

Sistem penghilang noise memerlukan beberapa variabel yang dapat diatur sesuai dengan scenario pengujian agar didapatkan citra dengan kualitas lebih baik dari citra input. Beberapa variabel yang dapat diatur dalam tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bobot Spasial ( $w$ ), Menentukan nilai kedekatan *pixel* secara geometris
2. Bobot Fotometrik ( $v$ ), Menentukan nilai perbedaan intensitas warna antar *pixel*
3. L (Nilai aproksimasi) , Menentukan pengulangan yang akan dilakukan.

**3.3 Smoothing dengan Bilateral Filter**

Setelah setiap *layer* dipisahkan, proses selanjutnya adalah proses bilateral filter. Dalam proses ini, masing masing layer akan mengalami proses *smoothing* pada citra. Sehingga tekstur hujan yang terdapat dalam hujan akan dipisahkan dari citra input. Keluaran dari proses ini disebut citra *low frequency* ( $L$ ) yang merupakan citra blur dibagian tertentu sesuai dengan nilai variabel *Bobot Spasial* ( $w$ ) dan *Bobot Fotometrik* ( $v$ ). Citra (*red channel*) dan (*green channel*) dan (*blue channel*).

**3.4 Mendapatkan Citra High Frequency ( $H_F$ )**

Citra *high frequency* ( $H_F$ ) dibutuhkan dalam proses penghilang *noise*, karena di dalam citra ini terdapat komponen *noise* yang akan dihilangkan. Untuk mendapatkan citra *high frequency*, citra input dikurangkan dengan citra *low frequency* yang merupakan hasil dari proses bilateral filter. Citra  $H_F$  yang didapatkan adalah (*red channel*), (*green channel*) dan (*blue channel*)

**3.5 Proses Penghilangan Noise dengan MCA**

Pada proses ini, komponen hujan ( $H$ ) dipisahkan dari  $L$  berdasarkan nilai variabel  $L$  (standar deviasi noise) yang telah ditentukan. Variabel  $L$  digunakan pada fungsi 2.15, jika nilai fungsi 2.15 lebih kecil dibandingkan nilai  $L$ , maka atom tersebut akan diperbaiki.



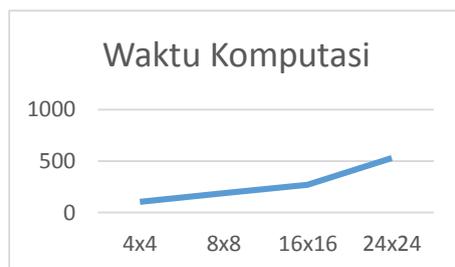
Gambar 3.3 Blok diagram proses penghilang *noise*



Gambar 3.4 Citra input (a) dan citra hasil *denoising* (b)

### 3.5.1 Ekstrak $\phi$ untuk Dictionary

Untuk mendapatkan DHF,  $\phi$  diekstrak menjadi potongan persegi berukuran  $16 \times 16$ . Hal itu dikarenakan oleh efisiensi dari waktu komputasi dan hasil output yang didapatkan. Jika menggunakan nilai lebih kecil dari ukuran yang digunakan, maka waktu yang diperlukan untuk melakukan komputasi relatif lebih cepat, namun dengan hasil yang lebih buruk. Dan jika menggunakan ukuran *patch* lebih besar dari ukuran yang digunakan, maka hasil citra output akan lebih baik namun dengan waktu komputasi akan relative lebih lama, dan sering kali terjadi *out of memory* pada *device*.



Gambar 3.6 waktu komputasi berdasarkan ukuran *patch*

### 3.5.2 Ekstra *Feature* Komponen Hujan dengan HOG

Prinsip kerja HOG ialah menghitung nilai dan arah (vektor) gradien dalam daerah tertentu, sehingga akan tampak karakteristik distribusi gradien pada suatu gambar. Karakteristik distribusi gradien inilah yang akan menggambarkan bagaimana bentuk suatu objek pada gambar, lalu akan ditentukan seberapa dekat kemiripan bentuk dari objek pada gambar tersebut terhadap objek yang ingin dideteksi yaitu hujan.

### 3.5.3 Klasifikasi Dictionary Hujan dan Non-Hujan dengan K-means

Proses ini adalah untuk mengklasifikasikan DHF menjadi  $\phi_{rain}$  dan

$\phi_{non-rain}$  merupakan dictionary berasal dari

pixel-pixel yang tidak mengandung hujan sedangkan  $\phi_{non-rain}$  adalah dictionary yang berasal dari pixel-pixel yang mengandung hujan.

dan  $\phi_{rain}$  akan digunakan untuk memperbaiki

atom yang terkandung dalam  $\phi$

### 3.5.4 Memasangkan Koefisien *Sparse* dengan Dictionary

Proses pemasangan koefisien *sparse* dengan dictionary yang tepat merupakan salah satu bagian penting dalam restorasi citra bernoise, karena jika system mampu memasang koefisien *sparse* dengan dictionary yang ada secara tepat, maka hasil citra output yang dihasilkan juga akan baik. Output dari proses ini adalah citra  $\hat{I}$  tanpa *noise*.

### 3.6. Spesifikasi perangkat

Pada tugas akhir ini digunakan beberapa perangkat dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Perangkat keras
  - a. Laptop
    - 1) Intel® Pentium® CPU P6200 @2.13GHz 2.13GHz
    - 2) RAM 4096 MB
    - 3) Harddisk 320 GB
  - b. Kamera DSLR Nikon D3100
2. Perangkat lunak
  - a. Sistem Operasi Microsoft Windows 7 Ultimate Service Pack 1
  - b. Matlab R2012b

### 3.7. Performansi Sistem

Pengujian sistem digunakan beberapa parameter pengujian, seperti, PSNR, CC MOS dan waktu komputasi.

#### 3.7.1. Mean Square Error (MSE)

MSE adalah rata-rata kuadrat nilai error antara citra asli dengan citra hasil modifikasi, secara matematis dapat dirumuskan sebagai berikut:

#### 3.7.2. Peak Signal to Noise Ratio (PSNR)

PSNR merupakan nilai perbandingan antara harga maksimum warna pada citra hasil interpolasi dengan kuantitas gangguan (*noise*), yang dinyatakan dalam satuan desibel (dB), *noise* yang dimaksud adalah akar rata-rata kuadrat nilai error ( $\sqrt{MSE}$ ). Semakin tinggi nilai PSNR maka semakin tinggi kehandalan suatu metode dalam menangani gangguan (*noise*) yang menandakan performansi metode interpolasi tersebut baik.

### 3.7.3. Correlation Coefficient (CC)

Merupakan salah satu parameter dalam pengolahan citra yang digunakan untuk mengetahui perubahan citra masukan dengan citra hasil pengolahan dengan kisaran nilai dari nol hingga satu [ $0 < r < 1$ ],.

### 3.7.4. Mean Opinion Score

Mean Opinion Score (MOS) adalah parameter subjektif yang membandingkan perubahan objek sebelum dan sesudah penghilangan *noise*. Perhitungan MOS ini memiliki nilai sebagai berikut:

Tabel 3.1. Perbandingan Nilai MOS

Nilai MOS	Kualitas
5	Excellent
4	Good
3	Fair
2	Poor
1	Bad

Pada parameter MOS ini dibutuhkan minimal 30 responden atau lebih agar diperoleh hasil yang cukup objektif.

### 3.7.5. Waktu Komputasi

Waktu komputasi merupakan parameter yang menghitung durasi yang dibutuhkan selama menjalankan program. Perhitungan waktu komputasi dilakukan dengan memanfaatkan toolbox *tictoc* yang terdapat pada MATLAB R2012b.

## BAB IV ANALISIS HASIL SIMULASI

Untuk mengetahui kinerja sistem yang telah dibuat, diperlukan pengujian terhadap sistem tersebut. Dalam tugas akhir ini pengujian sistem akan digunakan tiga parameter yaitu, PSNR dan CC yang akan menghitung perbedaan citra input dan citra output secara kuantitatif sedangkan parameter MOS akan menghitung perbedaan citra input dan citra output secara kualitatif. Waktu komputasi juga akan diikutsertakannya menentukan parameter yang akan membuat sistem menjadi efisien.

Nilai dari parameter-parameter kinerja sistem didapat dengan membuat beberapa skenario pada parameter-parameter yang ada pada formula yang digunakan, sehingga dapat dianalisis dan ditentukan pemelihan nilai parameter pada formula yang digunakan dengan kualitas mendekati sempurna.

Pengujian dilakukan pada 7 citra digital yang semuanya memiliki *noise* (hujan yang tidak diinginkan) dan memiliki 3 karakter tersendiri. Hujan gerimis, hujan sedang, dan hujan lebat.

### 4.1 Analisis Pengujian Sistem Berdasarkan Bobot Spasial

Pengujian ini menggunakan scenario dengan nilai Bobot Fotometrik sebesar 0.5 dan

standard deviasi *noise* (L) sebesar 10. Dari keempat metode pengukuran kualitas yang digunakan maka didapatkan penjabaran sebagai berikut. Pada bagian waktu komputasi didapatkan bahwa semakin besar nilai bobot spasial yang digunakan maka waktu komputasi tidak selalu naik.

Jika dilihat nilai PSNR maka didapatkan bahwa semakin besar nilai bobot spasial nilai PSNR cenderung mengalami penurunan, hal ini dikarenakan nilai bobot spasial akan membuat citra semakin blur, jadi akan semakin banyak pixel dari citra akan dirata-ratakan dengan pixel yang memiliki ukuran geometris mirip. Dan citra dengan hujan gerimis memiliki rata-rata nilai PSNR tertinggi jika dibandingkan dengan kondisi hujan yang lain yaitu 31.91, sedangkan untuk citra dengan hujan sedang dan gerimis adalah 18.54 dan 12.19. Hal tersebut dikarenakan jika semakin lebat hujan, maka tekstur hujan akan semakin tebal dan banyak, sehingga nilai bobot spasial perlu ditingkatkan. Dan jika dilihat kembali, nilai PSNR cenderung tidak mengalami penurunan drastis pada citra a,b,c dan d. namun ketika system diujikan terhadap citra e dan f yang pada dasarnya memiliki hujan dengan intensitas sedang seperti citra d, menghasilkan nilai PSNR yang lebih rendah dibandingkan dengan yang lain. Hal ini dikarenakan pada citra e dan f, terdapat bagian yang berwarna hitam pekat yang belum mampu ditanggulangi oleh system. Dan untuk hujan lebat yang ditunjukkan oleh citra g nilai PSNR yang dihasilkan paling kecil diantara yang lain.

Pada pengukuran nilai CC, untuk citra uji a, b, c, d semakin besar nilai bobot spasial nilai PSNR cenderung mengalami penurunan meskipun demikian nilai CC masih memiliki nilai mendekati satu. Ini berarti citra output tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Karena ini adalah perbaikan kualitas citra maka dilakukan pengukuran nilai MOS.

Semakin besar nilai bobot spasial, maka *noise* yang dipisahkan dari citra uji akan semakin banyak dan akurat, meskipun akan mengurangi terhadap nilai PSNR dan CC.

### 4.2 Analisis Pengujian Sistem Berdasarkan Nilai Bobot Fotometrik

Pengujian ini menggunakan scenario dengan nilai Bobot spasial sebesar 1.25 dan standard deviasi *noise* (L) sebesar 5. Dari keempat metode pengukuran kualitas yang digunakan maka didapatkan penjabaran sebagai berikut. Pada bagian waktu komputasi didapatkan bahwa semakin besar nilai bobot spasial yang digunakan maka waktu komputasi tidak selalu naik.

Jika dilihat dari nilai PSNR maka didapatkan bahwa semakin besar nilai bobot fotometrik maka nilai PSNR semakin kecil, hal ini dikarenakan karena nilai bobot fotometrik mempengaruhi nilai-nilai pixel yang ada pada citra output. Dan citra dengan hujan gerimis memiliki rata-rata nilai PSNR tertinggi jika

dibandingkan dengan kondisi hujan yang lain yaitu 32.4, sedangkan untuk citra dengan hujan sedang dan gerimis adalah 18.44 dan 12.23. Hal tersebut dikarenakan jika semakin lebat hujan, maka tekstur hujan akan semakin tebal dan

banyak, sehingga nilai fotometrik perlu ditingkatkan. Dan jika dilihat kembali, nilai PSNR cenderung tidak mengalami penurunan drastis pada citra a,b,c dan d. namun ketika system diujikan terhadap citra e dan f yang pada dasarnya memiliki hujan dengan intensitas sedang seperti citra d, menghasilkan nilai PSNR yang lebih rendah dibandingkan dengan yang lain. Hal ini dikarenakan pada citra e dan f, terdapat bagian yang berwarna hitam pekat yang belum mampu ditanggulangi oleh system. Dan untuk hujan lebat yang ditunjukkan oleh citra g nilai PSNR yang dihasilkan paling kecil diantara yang lain.

Pada pengukuran nilai CC, untuk citra uji a,b,c,d semakin besar nilai bobot spasial nilai PSNR cenderung mengalami penurunan meskipun demikian nilai CC masih memiliki nilai mendekati satu. Ini berarti citra output tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Karena ini adalah perbaikan kualitas citra maka dilakukan pengukuran nilai MOS. Semakin besar nilai bobot fotometrik, maka noise yang dipisahkan dari citra uji akan semakin banyak dan akurat, meskipun akan mengurangi terhadap nilai PSNR dan CC.

#### 4.3 Analisis Pengujian System Berdasarkan Nilai Standard Deviasi (L) untuk Memperbaiki Bagian yang Mengandung Noise

Pengujian ini menggunakan scenario dengan nilai bobot spasial 1.25, nilai bobot fotometrik 0.04. Dari keempat metode pengukuran kualitas yang digunakan maka didapatkan penjabaran sebagai berikut. Pada perhitungan waktu komputasi didapatkan bahwa kecenderungan peningkatan waktu komputasi terjadi jika nilai standar deviasi juga meningkat.

Jika dilihat dari nilai PSNR maka didapatkan bahwa semakin besar nilai standard deviasi, maka nilai PSNR akan semakin turun baik di gerimis, sedang dan lebat. Hal ini dikarenakan semakin kecil nilai L, maka system akan lebih teliti menemukan bagian hujan pada citra seperti yang telah dijelaskan di BAB II.

Pada pengukuran nilai CC, semakin besar nilai standar deviasi maka nilai CC semakin kecil, meskipun untuk citra uji a,b,c, dan d masih mendekati satu yang artinya citra output tidak mengalami perubahan yang signifikan dibandingkan citra input. Namun hal tersebut tidak berlaku untuk citra uji e,f dan g. Karena system ini adalah perbaikan kualitas citra maka telah dilakukan juga pengukuran nilai MOS. Nilai standard deviasi yang memberikan kualitas paling baik adalah 5. Karena hamper seluruh citra uji memiliki nilai CC dan PSNR yang paling tinggi di nilai tersebut.

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan beberapa hasil terhadap simulasi metode MCA berbasis *image decomposition* untuk menghilangkan noise dari citra, dapat disimpulkan :

1. Sebuah system penghilang noise dengan *image decomposition* telah dirancang dengan nilai rata-rata PSNR 27.93, rata-rata waktu komputasi 278.71, rata-rata nilai CC sebesar 0.77 dan rata-rata MOS 3.24.
2. Untuk jenis hujan gerimis didapatkan rata-rata nilai PSNR 37.27, nilai CC 0.98
3. Untuk jenis hujan sedang didapatkan rata-rata nilai PSNR 23.99, nilai CC 0.78
4. Untuk jenis hujan lebat didapatkan rata-rata nilai PSNR 12.2, nilai CC 0.084 dan dapat disimpulkan sistem tidak bekerja dengan baik pada jenis hujan lebat.
5. Nilai bobot spasial dan fotometrik akan mempengaruhi luas kernel yang akan dikonvolusikan dengan citra input.
6. Nilai bobot spasial paling baik untuk digunakan adalah 3.
7. Nilai bobot fotometrik yang paling baik untuk digunakan adalah 0.12.
8. Semakin besar bobot spasial dan bobot fotometrik maka nilai PSNR dan CC makin kecil, namun hujan berhasil dihilangkan dari citra
9. Semakin banyak nilai aproksimasi, maka semakin banyak perulangan yang akan dilakukan untuk mencari sparse koefisien.
10. Nilai aproksimasi yang paling baik untuk digunakan adalah 5.
11. sistem tidak mampu bekerja dengan baik pada citra yang memiliki tekstur hujan yang tipis pada background gelap seperti pada citra uji *f.jpg*.

### 5.2 Saran

Pada penelitian berikutnya diberikan beberapa saran yang akan ditujukan untuk memperbaiki system sehingga lebih andal dalam menghilangkan noise pada citra:

1. Spesifikasi alat yang lebih mutakhir karena beberapa proses memerlukan memori yang besar.
2. System mampu diimplementasikan pada video dan hujan lebat
3. Menggunakan joint or cross bilateral filter sebagai pengganti bilateral filter yang digunakan pada system ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. C. Barnum, S. Narasimhan, dan T. Kanade. 2010. *Analysis of rain and snow in frequency space*. Int. J. Comput. Vis., vol. 86, no. 2/3, pp. 256–274, Jan. 2010.

- [2] J. M. Fadili, J. L. Starck, J. Bobin, dan Y. Moudden. 2010. *Image decomposition and separation using sparse representations: An overview*. Proc. IEEE, vol. 98, no. 6, pp. 983–994, Jun. 2010.
- [3] K. Garg dan S. K. Nayar. 2004. *Detection and removal of rain from videos*. Proc. IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit., Jun. 2004, vol. 1, pp. 528–535.
- [4] K. Garg dan S. K. Nayar. 2007. *Vision and rain*. Int. J. Comput. Vis., vol.75, no. 1, pp. 3–27, Oct. 2007.
- [5] N. Brewer dan N. Liu. 2008. *Using the shape characteristics of rain to identify and remove rain from video*. Lecture Notes Comput. Sci., vol.5342/2008, pp. 451–458, 2008.
- [6] Wei Kang, Li.Wen Lin, Chia dan Hsiang Fu, Yu. 2012. *Automatic Single-Image-Based Rain Streaks Removal via Citra decomposition*. IEEE TRANSACTIONS ON IMAGE PROCESSING, VOL. 21, NO. 4, APRIL 2012
- [7] Arkanuddin, Luthfi. 2011. *Penghilang Kabur pada Gambar Menggunakan Metode Dark Channel Prior*. Tugas Akhir Sarjana pada Fakultas Elektro dan Komunikasi IT Telkom Bandung : tidak diterbitkan.
- [8] Mairal, J dan Bach, Francis. 2010. *Online Learning for Matrix Factorization and Sparse Coding*. Journal of Machine Learning Research 11 (2010) 19-60.
- [9] Dalal, Navneet dan Triggs, Bill. 2005. *Histograms of Oriented Gradients for Human Detection*. Proc. IEEE Conf. Comput. Vis. Pattern Recognit., San Diego, CA, Jun. 2005, vol. 1, pp. 886–893.
- [10] Starck, J.L., et al. *Morphological Component Analysis*. Stanford.
- [11] Gunawan, Alexander A. S., et al. *Perancangan Program Penghitungan Kepadatan Pengunjung Pada Area Pasar Swalayan Menggunakan Metode Histogram Of Oriented Gradients*. 2009
- [12] Dubois, Sloven, et al. *Decomposition of dynamic textures using Morphological Component Analysis*. 2009

