

## IDENTIFIKASI DISTORSI *BLUR* PADA GAMBAR DIGITAL

Irwan Prasetya Gunawan<sup>1</sup>, Erik Kalalembang<sup>2</sup>, dan Koredianto Usman<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Center for New Media ICT Research, Universitas Multimedia Nusantara, Scientia Garden, Gading Serpong, Tangerang, 15810, Indonesia

<sup>2</sup>Departemen Teknik Elektro, Jurusan Teknik Telekomunikasi, Institut Teknologi Telkom, Jl. Telekomunikasi Dayeuhkolot, Bandung, 40275, Indonesia

E-mail: irwan@unimedia.ac.id

### Abstrak

Salah satu masalah yang sering muncul dalam dunia fotografi adalah efek *blur* yang dapat diakibatkan baik oleh objek yang bergerak maupun gerakan kamera yang berhubungan dengan kecepatan rana (*shutter speed*) ketika gambar akan diambil. *Paper* ini menyajikan sebuah metode baru yang sederhana untuk mendeteksi kemunculan distorsi *blur* yang tidak diinginkan pada gambar digital. Metode yang diusulkan menggunakan transformasi *discrete cosine transform* (DCT) pada gambar yang telah mengalami distorsi dengan ukuran blok DCT yang bervariasi. Hasil dari pendeteksian ini kemudian digunakan untuk meningkatkan kualitas gambar melalui metode *deblurring* berdasarkan korelasi *pixel* yang diterapkan pada area tertentu pada gambar yang mengandung distorsi *blur* ini. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa kualitas gambar yang disempurnakan dihasilkan oleh metode *deblurring* secara selektif menggunakan deteksi distorsi *blur* lokal akan lebih baik daripada yang tidak melalui proses seleksi. Dari berbagai ukuran blok yang digunakan dalam percobaan, blok berukuran  $32 \times 32$  *pixel* menghasilkan kualitas gambar yang secara umum lebih baik.

**Kata Kunci:** *deblurring, discrete cosine transform, korelasi piksel, motion blur*

### Abstract

One of the problems that often arise in photography is a blurring effect that can be caused either by a moving object or camera movements that associated with the shutter speed when the picture is taken. This paper presents a simple new method for detecting the appearance of unwanted blur distortion in digital images. The proposed method uses the transformation of Discrete Cosine Transform (DCT) on the image that has been distorted with varying DCT block size. The results of the detection used to improve image quality through *deblurring* method based on pixel correlation that applied to certain areas of the image that contains this blur distortion. The experimental results show that the enhanced picture quality produced by the method of selectively *deblurring* using a local blur distortion detection is better than not through the selection process. From various block sizes used in the experiments, the block size of  $32 \times 32$  pixel generates better picture quality.

**Keywords:** *deblurring, discrete cosine transform, motion blur, pixel correlation*

## 1. Pendahuluan

Efek *blur* adalah distorsi gambar yang umum terjadi di bidang fotografi. Gambar yang *blur* (kabur) bisa muncul karena berbagai alasan, seperti lensa kamera yang tidak fokus, intensitas cahaya yang sangat ekstrim, ketidaksempurnaan fisik lensa yang mengakibatkan deviasi optis, dan gerakan relatif objek terhadap lensa kamera. Sebagai contohnya gerakan relatif objek terhadap lensa, diketahui menyebabkan pergeseran posisi rincian objek pada gambar sehingga tampilan tekstur dan tepian dari objek pada gambar menjadi tidak jelas. Efek *motion blur* bisa juga terjadi secara tidak sengaja sebagai akibat proses pengambilan gambar digital yang tidak sempurna.

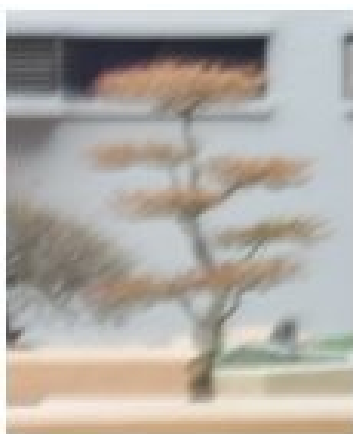
Di lain pihak, terkadang efek *blur* karena gerakan ini sengaja ditambahkan pada gambar untuk menimbulkan sensasi gerak cepat dari objek gambar. Fotografer sering menggunakan efek ini untuk menghasilkan gambar yang dramatis sehingga gambar yang dihasilkan akan dianggap memiliki daya tarik lebih.

Gambar 1 menampilkan beberapa contoh efek *blur* gerak (*motion blur*). Gambar 1(a) adalah contoh efek *blur* gerak yang diinginkan untuk memberikan sensasi gerakan cepat. Gambar ini dibuat dengan menggunakan kecepatan rana yang lambat pada kamera apabila dibandingkan dengan pergerakan objek ketika gambar diambil. Efek *blur* pada gambar 1(b) adalah distorsi yang tidak diinginkan karena membuat detail gambar

menjadi kabur. Distorsi ini mungkin terjadi karena proses pemindaian gambar yang kurang sempurna atau karena kegoyangan kamera pada saat pemotretan (*camera shake*). Berbeda dengan gambar 1(c) yang mengandung efek *blur* lokal pada sebagian daerah gambar, distorsi *blur* pada gambar 1(b) terjadi secara merata pada semua area.



(a)



(b)



(c)

Gambar 1. Contoh artefak distorsi *blur* pada gambar: (a) Efek *blur* yang menimbulkan sensasi gerakan cepat, (b) Efek *blur* yang tidak diinginkan pada seluruh area gambar, dan (c) Efek *motion blur* lokal pada sebagian area gambar.

Kualitas subjektif kedua gambar terakhir tidak terlalu jauh berbeda akibat adanya distorsi ini. Metode perbaikan kualitas gambar sudah diusulkan dalam [1], yaitu dengan menggunakan metode koefisien korelasi untuk mengatasi distorsi *blur* gerak dan *blur* Gaussian. Kelemahan metode [1] adalah lingkup kerjanya yang bersifat global pada gambar sehingga bagian gambar yang tidak mengalami distorsi pun akan tetap diproses. Inefisiensi seperti ini seharusnya dapat dihindari. Metode yang peneliti usulkan di sini untuk mengatasi inefisiensi tersebut adalah dengan melakukan proses seleksi terlebih dahulu untuk memilih daerah-daerah pada gambar yang mengalami distorsi *blur* karena gerak. Hasil seleksi inilah yang akan digunakan untuk tahap selanjutnya seperti *deblurring* guna memperbaiki kualitasnya.

*Paper* ini disusun sebagai berikut. Pada bagian 2, peneliti akan memberikan tinjauan pustaka serta ulasan teori yang berhubungan dengan metodologi yang peneliti usulkan dalam penelitian ini. Usulan metodenya itu sendiri akan peneliti paparkan di bagian 3 bersama dengan hasil percobaan dan analisis. Kesimpulan yang peneliti berikan di bagian 4 akan menjadi penutup *paper* ini.

## 2. Metodologi

*Blur* diindikasikan oleh adanya reduksi tingkat ketajaman gambar pada bagian tepi objek dan detail spasial [2]. Distorsi ini bisa dimodelkan sebagai pergeseran spektrum frekuensi gambar ke arah frekuensi rendah. Gambar yang *blur* bisa dibuat secara sengaja dengan menggunakan filter tapis rendah (*low pass filter* atau LPF) sehingga komponen-komponen frekuensi tinggi pada gambar akan tereliminasi [3]. Distorsi *blur* ini bisa juga terjadi akibat proses akuisisi citra yang tidak sempurna, misalnya karena adanya gerakan linier seragam antara sensor dan objek atau gambar [4]. Pada gambar yang terkompresi, distorsi *blur* ini muncul apabila ukuran data gambar yang terkompresi atau laju datanya rendah dan biasanya ini diakibatkan oleh penggunaan koefisien kuantisasi yang cukup besar [5].

Distorsi *blur* gerak pada gambar digital bisa dihitung sebagai konvolusi antara gambar dan *kernel blur* gerak dengan distribusi faktor sebaran titik (*point spread factor* atau PSF) sama dengan sudut distorsi *blur* gerak [1]:

$$\begin{aligned} H(x,y) &= f^\alpha * m \\ &= \sum_{k=0}^{K=1} mKf(x + K\cos \alpha, y + K\sin \alpha) \end{aligned} \quad (1)$$

$K$  dan  $\alpha$  melambangkan koefisien dan arah dari sudut pergeseran. Contohnya adalah *kernel blur* gerak dengan panjang 7 satuan dan sudut  $45^\circ$  pada gambar 2.

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.0145 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.0376 & 0.1283 & 0.0145 \\ 0 & 0 & 0 & 0.0376 & 0.1283 & 0.0376 & 0 \\ 0 & 0 & 0.0376 & 0.1283 & 0.0376 & 0 & 0 \\ 0 & 0.0376 & 0.1283 & 0.0376 & 0 & 0 & 0 \\ 0.0376 & 0.1283 & 0.0376 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.0145 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Gambar 2. *Kernel blur* gerak dengan panjang 7 dan sudut  $45^\circ$ .

Distorsi *blur* dapat dideteksi dengan menggunakan beberapa cara. Metode yang diberikan di [6][7] bekerja di domain spasial dan cukup efektif untuk mendeteksi distorsi *blur* tipe Gaussian. Metode yang bekerja di domain frekuensi berdasarkan transformasi *Fourier* juga sudah tersedia [8][9]. Namun metode ini membutuhkan referensi (baik berupa citra penuh maupun bentuk ekstraksi atau reduksinya) agar berfungsi dengan baik. Di samping itu, kedua metode terakhir ini lebih berfokus pada metode pengukuran kualitas gambar atau video dan bukan pada pendeteksian distorsi *blur* gerak. Metode [6] tidak membutuhkan referensi karena metode ini bekerja secara global di domain spasial. Metode yang lebih kompleks dengan menggunakan estimasi PSF juga sudah banyak dipublikasikan, *review* lengkapnya dapat dilihat di [10]. Kelemahan utama metode-metode ini adalah kompleksitas metode-metode tersebut yang membuat penggunaannya tidak praktis.

Solusi yang lebih baik terhadap permasalahan ini adalah dengan memanfaatkan koefisien DCT untuk estimasi kadar *blur* pada gambar. Alasannya adalah karena koefisien DCT ini tersedia banyak pada gambar-gambar digital saat ini yang pada umumnya sudah dalam bentuk terkompresi. Koefisien DCT sebuah gambar yang terkompresi JPEG berhubungan erat dengan sifat isi gambar pada domain spasial. Metode yang diusulkan oleh [11][12] menggunakan prinsip ini dengan mengekstraksi koefisien DCT dari gambar JPEG atau video MPEG. Namun masih ada kelemahan dari sisi tingkat kompleksitasnya karena metode [11] membutuhkan komputasi secara global. Selain itu, metode ini juga menggunakan proses yang sangat rumit dalam memanipulasi koefisien DCT sehingga terasa kurang praktis. Metode yang dipaparkan oleh [12] menggunakan penghitungan pada blok berukuran  $8 \times 8$  *pixel* sehingga prosesnya menjadi lebih sederhana. Namun karena pemberian kode

gambar digital saat ini sudah berbasis metode kompresi H264/AVC dengan menggunakan ukuran blok yang bervariasi, metode [12] pun terbatas penggunaannya. Sebagai tambahan, metode [12] menggunakan histogram dari koefisien yang tidak 0 dari DCT dan dihitung global terhadap gambar. Kelemahan lain metode yang menggunakan domain DCT adalah karena tidak semua aplikasi menggunakan gambar terkompresi.

Koefisien *discrete cosine transform* (DCT) menggambarkan kandungan distribusi frekuensi pada gambar [12]. Transformasinya memiliki sifat yang kompak sedemikian hingga informasi gambar dapat tersimpan dalam sejumlah kecil koefisien hasil transformasi. Untuk alasan praktis, biasanya dipilih ukuran blok yang merupakan kelipatan pangkat 2.

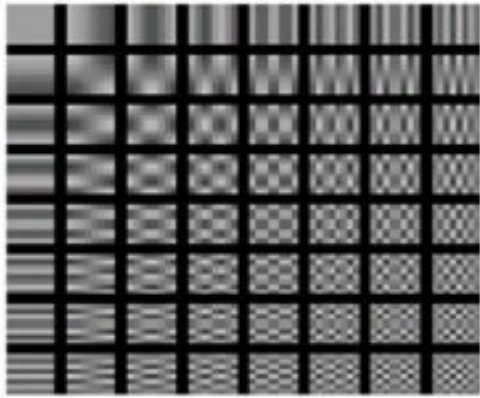
DCT bersifat *reversible* sedemikian hingga koefisien hasil transformasi DCT yang tidak diolah lebih lanjut dapat menghasilkan kembali gambar rekonstruksi sesuai dengan aslinya tanpa cacat. Gambar hasil rekonstruksi ini dapat dipandang sebagai kombinasi linear dari fungsi basis DCT. Contoh fungsi basis DCT dua dimensi untuk ukuran matriks  $8 \times 8$  digambarkan di gambar 3. Ukuran matriks yang berbeda akan menghasilkan fungsi basis yang berbeda yang ditampilkan pada gambar 3.

Dalam Metode Korelasi *Piksel* untuk peningkatan kualitas gambar, korelasi menunjukkan hubungan linear antara dua buah variabel acak, dan dapat dicari dengan menggandengkan kedua buah variabel acak ini untuk kemudian dihitung koefisien hasil kali momennya (*product moment*). Nilai korelasi bervariasi antara  $-1$  dan  $1$ , tandanya berkaitan dengan 'arah' dari hubungan antara kedua variabel acak ini. Jadi, korelasi negatif menunjukkan adanya hubungan antara nilai yang tinggi pada satu variabel dengan nilai yang rendah pada variabel lainnya.

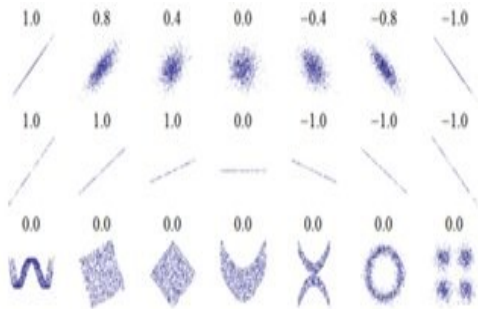
Korelasi *pixel* pada gambar dua dimensi diilustrasikan oleh gambar 4. Dari gambar ini dapat dilihat bahwa nilai korelasinya berhubungan dengan arah sudut dari *pixel* dan sifat datanya itu sendiri [1].

Korelasi antar *pixel* gambar ditentukan oleh gradien kemiringan data, sifat linearitas (atau non-linearitas) antar *pixel*, dan kadar derau (*noise*) yang ada. Pada gambar yang mengalami degradasi *blur* gerak, korelasi *pixel* dapat digunakan untuk menentukan sudut dan besarnya pergeseran *pixel*, yaitu sebagaimana ditunjukkan oleh *kernel blur* gerak. Berdasarkan estimasi *kernel* ini, proses perbaikan kualitas gambar melalui metode *deblurring* seperti [1] dapat dilakukan.

Metode deteksi blur gerak yang peneliti ajukan dalam paper ini didasari atas pengamatan bahwa adanya degradasi blur pada gambar akan menggeser kandungan frekuensi bagian gambar yang blur tersebut ke daerah frekuensi rendah. Dilihat dari distribusi koefisien DCT-nya, blur gerak dapat ditandai sebagai daerah pada gambar dengan energi komponen frekuensi rendah yang sangat signifikan apabila dibandingkan dengan energi komponen frekuensi tinggi, meskipun jumlah komponen frekuensi rendah ini jauh lebih sedikit daripada jumlah komponen frekuensi tinggi.



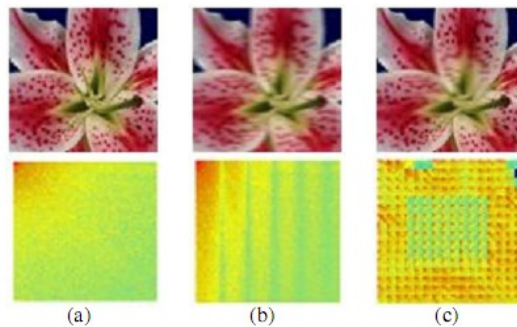
Gambar 3. Fungsi basis DCT dua dimensi untuk matriks 8x8.



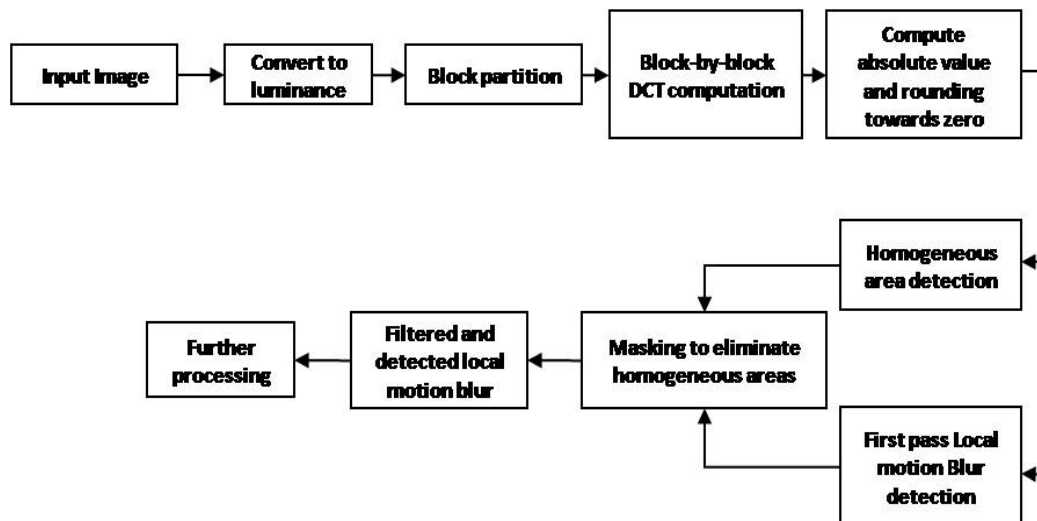
Gambar 4. Koefisien korelasi untuk berbagai pola dua dimensi yang berbeda [1].

Konsep dasar di atas diilustrasikan pada gambar 5 yang terdiri atas tiga buah gambar dengan kandungan blur gerak yang berbeda-beda dengan distribusi koefisien DCT-nya masing-masing. Gambar 5(a) tanpa degradasi blur gerak menunjukkan distribusi koefisien DCT yang umum; sebagian energi tersimpan di komponen frekuensi rendah sementara sebagian lainnya terdistribusi di komponen frekuensi tinggi. Komponen frekuensi tinggi ini, meskipun amplitudo energinya rendah, memiliki kontribusi yang cukup penting dalam member detail gambar seperti tekstur, tepian objek (edge), serta tingkat ketajaman gambar pada umumnya. Perubahan komposisi koefisien DCT terlihat jelas pada gambar 5(b) yang terdegradasi blur gerak secara global. Hal ini menyebabkan semakin banyak komponen frekuensi tinggi yang mengalami redaman Sementara di lain pihak komponen frekuensi rendah semakin signifikan. Pada gambar yang terdegradasi blur gerak secara global, arah blur pada gambar yang bersifat homogen akan tercermin pada kandungan komponen DCT-nya.

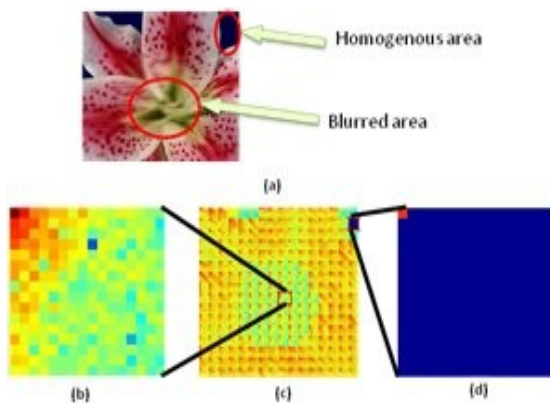
Walaupun metode berbasis DCT yang dihitung secara global pada keseluruhan area gambar ini memiliki potensi yang menjanjikan untuk menilai apakah sebuah gambar memiliki degradasi blur atau tidak, metode ini tidak mampu memberikan informasi yang berguna dalam menentukan lokasi blur gerak. Seperti percontohan pada gambar 1(a), blur gerak parsial pada gambar hanya ada di beberapa area. Oleh karena itu, peneliti mengajukan metode pendeteksian yang dilakukan berdasarkan perhitungan pada segmen-segmen kecil pada gambar. Dalam hal ini perhitungan DCT pada blok-blok *piksel* berukuran relatif lebih kecil daripada ukuran gambar aslinya. Inilah yang ditunjukkan pada gambar 5(c). Dengan cara seperti ini, maka area pada gambar yang mengalami degradasi bisa diidentifikasi baik itu kandungan *blur*-nya maupun lokasinya.



Gambar 5. (a) Gambar tanpa degradasi, (b) Efek blur gerak pada seluruh area gambar, dan (c) Efek blur gerak lokal pada sebagian area gambar dengan koefisien DCT yang dihitung per blok dengan ukuran blok 8x8 piksel.



Gambar 6. Metode pendeteksian lokal blur gerak.



Gambar 7. Profil koefisien DCT.

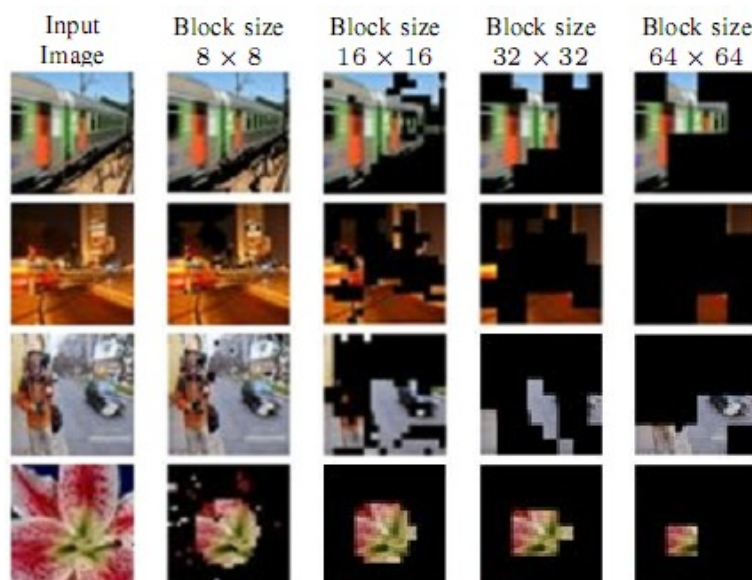
Peneliti menyusun metode pendeteksian lokal degradasi *blur* gerak dalam kerangka yang diilustrasikan oleh gambar 6. Pertama-tama, gambar yang secara parsial terdegradasi oleh *blur* gerak peneliti ubah ke dalam *luminance*. Hal ini peneliti lakukan karena proses pendeteksian daerah yang mengalami *blur* melalui perhitungan DCT tidak membutuhkan informasi warna. Setelah konversi ini, perhitungan DCT peneliti lakukan pada blok-blok gambar berukuran kecil yang tidak saling *overlap* satu sama lain. Dari koefisien DCT yang didapatkan, peneliti mengambil harga mutlak, lalu peneliti bulatkan angkanya. Beberapa ukuran blok yang coba digunakan adalah  $8 \times 8$ ,  $16 \times 16$ ,  $32 \times 32$ , dan  $64 \times 64$ .

Langkah selanjutnya melibatkan dua proses independen. Daerah-daerah yang memiliki jumlah signifikan komponen frekuensi tinggi dengan amplitudo rendah akan ditandai sebagai kandidat

area *blur*. Namun perlu diwaspadai juga daerah-daerah *flat* atau daerah-daerah homogen yang tidak mengandung detail spasial ataupun daerah-daerah yang memiliki karakteristik kontras rendah, karena daerah-daerah ini juga akan menunjukkan karakteristik yang sama dan akan dikenali juga (secara salah) sebagai daerah *blur*. Masalah ini dialami oleh [13] dan menyebabkan rendahnya tingkat akurasi metode mereka. Untuk mengatasi hal ini, selain menandai daerah yang berpotensi sebagai area *blur*, peneliti mengidentifikasi daerah-daerah homogen melalui perhitungan deviasi standar blok yang peneliti gunakan. Daerah-daerah dengan standar deviasi rendah yang akan ditandai sebagai daerah homogen ini tampak seperti gambar 7.

Dengan proses di atas, sebuah blok bisa ditandai sebagai kandidat area *blur*, atau daerah homogen, maupun kedua-duanya. Jika hal yang terakhir ini terjadi, blok tersebut akan peneliti abaikan dan peneliti tandai sebagai daerah non-*blur*. Implementasi dilakukan dengan proses *masking* untuk mengeliminasi daerah homogen dan memisahkannya dari kandidat daerah *blur*. Hasil proses eliminasi ini adalah daerah-daerah yang mengandung karakteristik sebagai daerah *blur* dan bukan sekedar daerah homogen.

*Debluring*. Proses *debluring* secara selektif akan dilakukan setelah daerah *blur* diidentifikasi berdasarkan metode yang peneliti ajukan pada gambar 6. Proses *debluring* yang peneliti lakukan mengadopsi cara yang dijelaskan dalam [1], yaitu dengan metode koefisien korelasi *piksel*.



Gambar 8. Hasil percobaan pendeteksian *blur* gerak pada daerah lokal dengan menggunakan beberapa ukuran blok DCT. Untuk semua gambar, digunakan ambang batas deviasi standar sebesar 25.

Evaluasi dari metode yang peneliti ajukan dilakukan melalui pengukuran kualitas subjektif maupun objektif. Dalam evaluasi ini, kualitas gambar hasil perbaikan melalui proses *deblurring* dibandingkan dengan gambar yang masih terdegradasi untuk melihat seberapa bagus proses perbaikan kualitas yang telah peneliti lakukan terhadap gambar yang terdegradasi.

Untuk penilaian kualitas objektif, peneliti menggunakan beberapa metode pengukuran seperti pengukuran kualitas berdasarkan kemiripan struktur (*structural similarity*) [14] korelasi dan kemiripan kontras (*contrast similarity*) [15], dan aktivitas blok [16]. Dua metode pertama adalah metode relatif yang menggunakan citra referensi sebagai acuan. Biasanya yang dipakai sebagai citra referensi ini adalah citra asli yang tidak terdegradasi. Akan tetapi, dalam percobaan yang dilakukan, karena dianggap bahwa citra yang tidak terdegradasi ini tidak tersedia atau tidak diketahui maka gambar yang peneliti ambil sebagai referensi adalah gambar yang terdegradasi distorsi *blur* gerak pada daerah lokal. Jadi dalam evaluasi kualitas gambar ini, pengukuran dilakukan untuk melihat seberapa bagus peningkatan kualitas yang telah tercapai. Kemiripan struktur yang sedang (nilainya tidak terlampaui tinggi maupun terlampaui rendah) akan didapatkan antara gambar yang telah melalui proses peningkatan kualitas berdasarkan metode *deblurring* dan gambar yang masih terdegradasi. Jika proses *deblurring* diberlakukan terhadap seluruh daerah pada gambar tanpa memperhatikan apakah daerah tersebut mengandung degradasi *blur* atau tidak,

maka hasilnya akan sangat berbeda dengan gambar *input* yang peneliti berikan sehingga indeks kemiripannya akan terlalu kecil. Sebaliknya, jika proses *deblurring* tidak dilakukan, atau jika metode deteksi peneliti tidak berhasil mendeteksi secara akurat semua area yang mengandung *blur*, maka indeks kemiripannya akan menjadi tinggi.

Peneliti memilih metode pengukuran kualitas berdasarkan aktivitas blok dikarenakan metode ini menggunakan beberapa faktor seperti selisih absolut rata-rata antara *piksel-piksel* di dalam satu blok dan laju *zero crossing piksel-pikselnya* [14].

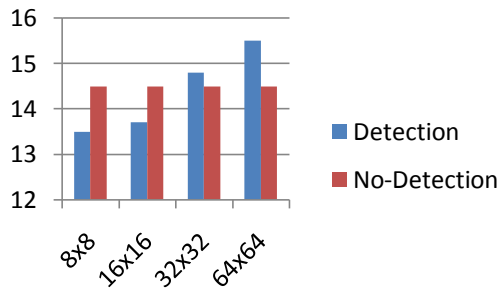
Pengukuran kualitas subjektif dilakukan dengan meminta beberapa pengamat untuk menilai kualitas gambar yang telah diperbaiki dengan metode *deblurring* yang dipandu oleh pengaturan beberapa buah ukuran blok dan nilai deviasi standar yang berbeda pada metode deteksi yang peneliti lakukan. Penilaian subjektif diambil dari 30 pengamat. Nilai MOS (*mean opinion score*) dikumpulkan, diolah, lalu dirata-ratakan untuk semua gambar.

### 3. Hasil dan Pembahasan

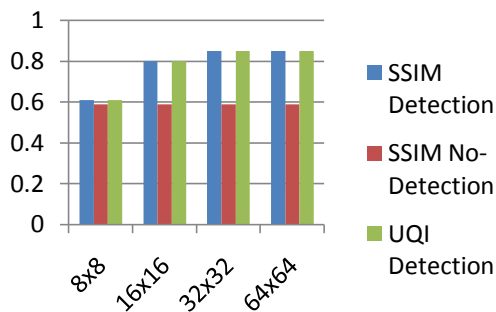
Hasil percobaan peneliti dengan menggunakan beberapa ukuran blok analisis DCT yang berbeda-beda dirangkum dalam gambar 8. Dapat dilihat bahwa pemilihan ukuran blok yang terlampaui kecil, misalnya  $8 \times 8$  menghasilkan hasil deteksi yang semakin detil pada beberapa gambar tetapi juga gagal pada gambar lainnya. Di lain pihak, ukuran blok

yang terlampau besar juga menghasilkan hasil deteksi yang kurang akurat karena ukuran blok yang terlalu besar ini tidak mampu mendeteksi semua degradasi *blur* yang ada.

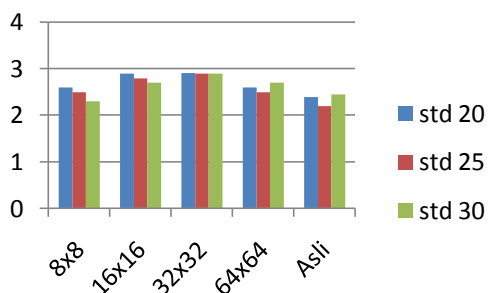
Ukuran yang peneliti rasa cukup baik adalah ukuran blok yang sedang, misalnya  $16 \times 16$  piksel. Dengan ukuran blok seperti ini, akurasi pendeteksian daerah *blur*-nya cukup tinggi.



Gambar 9. Metrik kualitas gambar dengan metode pengukuran kualitas tanpa referensi [14] untuk gambar yang diproses dengan metode deteksi *blur* dan tidak, dan menggunakan metode perbaikan berdasarkan [1].



Gambar 10. Hasil pengukuran kualitas gambar menggunakan SSIM dan UQI untuk gambar yang diproses dengan proses deteksi menggunakan ukuran blok berbeda, dengan gambar tanpa proses deteksi. Perbaikan kualitas gambar menggunakan [1].



Gambar 11 Rata-rata data MOS dari 30 pengamat antara gambar hasil rekonstruksi dan gambar terdegradasi.

Pengukuran kualitas objektif berdasarkan aktivitas blok untuk gambar yang diproses dengan nilai ambang-batas deviasi standar sebesar 25

ditunjukkan oleh gambar 9. Pengukuran kualitas menggunakan metrik berdasarkan kesamaan struktur antara gambar hasil rekonstruksi yang diproses oleh metode deteksi atau seleksi dan *debluring* diberikan oleh gambar 10.

Gambar 9 menunjukkan bahwa indeks kualitas gambar yang diperbaiki dengan menggunakan proses pendeteksian *blur* sebelumnya lebih besar daripada indeks kualitas gambar rekonstruksi tanpa proses deteksi untuk ukuran blok lebih besar dari  $32 \times 32$ . Hasil ini menunjukkan bahwa pemilihan ukuran blok yang tepat dalam proses pendeteksian bisa memperbaiki unjuk kerja proses perbaikan kualitas (*debluring*) tanpa proses deteksi terlebih dahulu.

Gambar 10 memperlihatkan perbandingan antara pengukuran objektif menggunakan metrik SSIM [15] dan UQI [16]. Bisa dilihat bahwa secara umum penggunaan proses *debluring* secara global untuk perbaikan kualitas gambar yang hanya mengandung degradasi *blur* lokal pada beberapa daerah bersifat kontraproduktif, karena hal ini justru akan semakin memperburuk kualitas gambarnya. Proses seleksi berdasarkan metode deteksi yang peneliti buat mampu meningkatkan keakuratan proses perbaikan kualitasnya, karena metode penelitian ini dapat mengidentifikasi daerah-daerah pada gambar yang harus diproses lebih lanjut dengan metode *debluring* dan membiarkan sisanya tidak tersentuh. Dengan menggunakan metrik SSIM/UQI, daerah-daerah yang mengandung *blur* (setelah diperbaiki kualitasnya) akan membuat indeks metrik pada daerah tersebut semakin kecil, sementara daerah-daerah lainnya tetap berkontribusi memberikan nilai indeks metrik yang besar. total indeksnya adalah gabungan antara keduanya sehingga besarnya terbilang sedang.

Peneliti juga patut memperhatikan bahwa hasil yang kurang akurat dari metode penelitian dengan menggunakan ukuran blok yang kecil ( $8 \times 8$  piksel) seperti yang ditunjukkan gambar 8 didukung dengan hasil pengukuran kualitas secara objektif yang diberikan pada gambar 9 dan 10. Ukuran blok yang kecil ini mengakibatkan kinerja yang rendah dilihat dari indeks aktivitas blok maupun indeks SSIM/UQI.

Hasil evaluasi subjektif diberikan pada gambar 11. Gambar tersebut mendukung argumentasi yang sudah peneliti berikan sebelumnya, yaitu bahwa kualitas subjektif gambar yang diproses oleh metode pendeteksian yang penelitian berikan tercapai ketika ukuran blok yang dipilih terbilang sedang. Dalam hal ini, evaluasi subjektif penelitian menunjukkan bahwa indeks kualitas subjektif yang cukup bagus dicapai ketika ukuran blok adalah  $32 \times 32$ .

#### 4. Kesimpulan

Peneliti telah memaparkan hasil-hasil percobaan penelitian yang menunjukkan bahwa metode pendeteksian *blur* gerak yang ada pada daerah-daerah tertentu pada gambar bisa memperbaiki kinerja proses perbaikan gambar seperti *debluring*. Pemilihan ukuran blok yang tepat dalam proses pendeteksian sangat dibutuhkan, dan ukuran blok yang terlalu kecil akan membuat hasil deteksinya kurang akurat atau bahkan gagal sama sekali. Peneliti juga sudah menunjukkan bahwa pengukuran kualitas secara objektif yang menggunakan beberapa metrik dari literatur telah didukung oleh evaluasi subjektif.

#### Referensi

- [1] G. Imbar, K. Usman, & B. Hidayat, Desain dan Implementasi Image Debluring Menggunakan Metode Korelasi Koefisien dan Lucy Richardson, Technical Report, Institut Teknologi Telkom, Bandung, 2008.
- [2] M. Yuen & H. Wu, "A Survey of Hybrid MC/DPCM/DCT Video Coding Distortions," *Signal Processing*, vol. 70, pp. 247–278, 1998.
- [3] M. Farias, S.K. Mitra, & J.M. Foley, "Perceptual Contributions of Blocky, Blurry and Noisy Artifacts to Overall Annoyance" *In Proceeding of ICME*, pp. 1-592-32, 2003.
- [4] R.C. Gonzales & R.E. Woods, *Digital Image Processing*, 2nd ed., Prentice-Hall, Upper Saddle River, 2002.
- [5] X. Zhang & B.A. Wandell, "Color Image Fidelity Metrics Evaluated Using Image Distortionmaps," *Signal Processing*, vol. 70, pp. 201–214, 1998.
- [6] P. Marziliano, F. Dufaux, S. Winkler, & T. Ebrahimi, "A No-reference Perceptual Blur Metric" *In Proceedings of the ICIP*, pp. 57–60, 2002.
- [7] J. Dijk, M. van Ginkel, R.J. van Asselt, L.J. van Vliet, & P.W. Verbeek, "A New Sharpness Measure Based on Gaussian Lines and Edges" *In Proceeding of Int. Conference CAIP*, pp. 149-156, 2003.
- [8] I.P. Gunawan & M. Ghanbari, "Reduced Reference Video Quality Assessment Using Discriminative Local Harmonic Strength with Motion Consideration," *IEEE Transaction Circuit and Systems for Video Technology*, vol. 18, pp. 71–83, 2008.
- [9] K.T. Tan & M. Ghanbari, "A Multi-metric Objective Picture Quality Measurement Model for MPEG Video," *IEEE Transaction on Circuit and Systems for Video Technology*, vol. 10, pp. 1208–1213, 2000.
- [10] S. Nayar & M. Ben-Ezra, "Motion-based Motion Debluring," *IEEE Transaction Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 26, pp. 689–698, 2004.
- [11] Y. Yoshida, K. Horiike, & K. Fujita, "Parameter Estimation of Uniform Image Blur Using DTC," *IEICE Tranaction. Fundamentals*, vol. E76, pp. 1154–1157, 1993.
- [12] X. Marichal, W.Y. Ma, & H.J. Zhang, "Blur Determination in the Compressed Domain Using DCT Information" *In Proceeding of ICIP (IEEE International Conference on Image Processing)*, pp. 386–390, 1999.
- [13] R. Liu, Z. Li, & J. Jia, "Image Partial Blur Detection and Classification" *In IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 1-8, 2008.
- [14] Z. Wang, A.C. Bovik, H.R. Sheikh, & Eero, "Image Quality Assessment: From Error Visibility to Structural Similarity," *IEEE Tranaction. on Image Processing*, vol. 13, pp. 600–612, 2004.
- [15] Z. Wang & A. Bovik, "A Universal Image Quality Index," *IEEE Signal Processing Letters*, vol. 9, pp. 81–84, 2002.
- [16] Z. Wang, H.R. Sheikh, & A.C. Bovik, "No Reference Perceptual Quality Assessment of JPEG Compressed Images" *In 2002 International Conference on Image Processing*, pp. I-477 – I-480, 2002.