

## SISTEM CERDAS DETEKSI CITRA DENGAN METODE *DISCRETE COSINE TRANSFORM*

Syafruddin Syarif<sup>1)</sup>, Nadjamuddin Harun<sup>2)</sup>, Muh. Tola<sup>3)</sup>, M. Wihardi Tjaronge<sup>4)</sup>,  
Zulfajri B. Hasanuddin<sup>5)</sup>, Zulkarnain Jamid<sup>6)</sup>, Rifad Zulfikar Asgar<sup>7)</sup>

<sup>1,2,3,5,6,7</sup>Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

<sup>4</sup>Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea - Makassar, 90245

Telp./Fax: (0411) 588111

e-mail: [ssyariftuh@gmail.com](mailto:ssyariftuh@gmail.com)<sup>1)</sup>, [n.harun@unhas.ac.id](mailto:n.harun@unhas.ac.id)<sup>2)</sup>, [tola@unhas.ac.id](mailto:tola@unhas.ac.id)<sup>3)</sup>,  
[tjaronge@yahoo.co.jp](mailto:tjaronge@yahoo.co.jp)<sup>4)</sup>, [zulfajri\\_basri\\_hasanuddin@yahoo.co.id](mailto:zulfajri_basri_hasanuddin@yahoo.co.id)<sup>5)</sup>,

### *Abstrak*

*Penelitian ini membuat suatu sistem pendeteksian citra hutan dengan metode cerdas discrete cosine transform. Illegal logging merupakan kegiatan penebangan pohon yang tidak sah atau tidak memiliki izin. Kerugian yang ditimbulkan baik dari segi ekonomi dan ekologi, serta menyebabkan hilangnya keseimbangan alam akibat terganggunya fungsi hutan.*

*Tahapan image processing dalam sistem ini digunakan pemilihan indeks, dimana nilai indeks yang diambil dari sebuah gambar RGB yang sebelumnya mengalami proses DCT. Nilai indeks tersebut digunakan sebagai data untuk menentukan lokasi hutan berdasarkan tingkat kerusakannya. Pada sistem ini, penentuan wilayah atau lokasi hutan berdasarkan tingkat kerusakannya dilakukan dengan cara pemilihan jumlah indeks rata-ratanya pada lokasi hutan dengan tingkat kerusakan rendah, sedang, dan parah.*

*Sampel citra hutan yang digunakan untuk pengujian diambil dari daerah hutan lindung di wilayah kabupaten Gowa, dengan ukuran wilayah 750 m × 560 m menggunakan pasangan sampel citra tahun 2007 untuk data awal dan tahun 2009 untuk data akhir. Hasil pengujian sistem menunjukkan keakuratan sistem deteksi illegal logging dengan Discrete Cosine Transform dapat mencapai 83,33 %*

*Kata Kunci: Deteksi citra, Illegal Logging, Sistem Cerdas, Discrete Cosine Transform, Indeks*

## PENDAHULUAN

Pengolahan citra saat ini mempunyai aplikasi yang sangat luas dalam berbagai bidang kehidupan antara lain di bidang biomedis, astronomi, arkeologi, arsip citra dan dokumen, bidang industri, dan penginderaan jauh. Hal tersebut menyebabkan ketersediaan citra-citra digital untuk sebagian besar wilayah di permukaan bumi semakin banyak. Dalam penelitian ini, digunakan citra yang diperoleh dari Google Earth. Google Earth tersusun dari citra-citra resolusi tinggi (quickbird, ikonos, geo-eye) serta citra resolusi menengah (landsat, aster, spot).

DCT (*Discrete Cosine Transform*) adalah transformasi matematika yang mengambil dan mengubah sinyal dari domain spasial ke dalam domain frekuensi. Banyak gambar digital dan skema kompresi video menggunakan blok berbasis DCT, karena algoritma ini meminimalkan jumlah data yang diperlukan untuk menciptakan gambar digital. Secara khusus, JPEG dan MPEG menggunakan DCT untuk berkonsentrasi informasi gambar dengan menghapus data spasial redundansi dalam gambar dua dimensi. Dalam transformasi DCT dikenal juga istilah frekuensi rendah, frekuensi menengah, dan frekuensi tinggi. Hal ini berkaitan dengan frekuensi gelombang pada fungsi basis DCT. Jika fungsi basisnya kecil, maka koefisien yang berkorespondensi disebut koefisien frekuensi rendah.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Konsep Dasar Citra

Citra = gambar = image Citra, menurut kamus Webster, adalah suatu representasi, kemiripan, atau imitasi dari suatu objek atau benda, contoh :

- foto Anda mewakili entitas diri Anda sendiri di depan kamera

- foto sinar-X *thorax* mewakili keadaan bagian dalam tubuh seseorang
- data dalam suatu file BMP mewakili apa yang digambarkannya

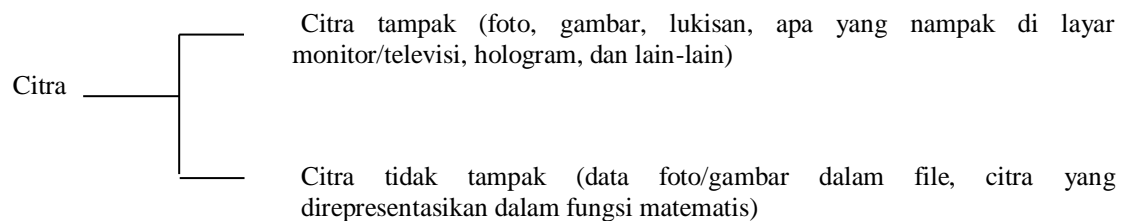
Citra, dari sudut pandang matematis, merupakan fungsi menerus (continue) dari intensitas cahaya pada bidang 2 dimensi.

Citra yang terlihat merupakan cahaya yang direfleksikan dari sebuah objek. Sumber cahaya menerangi objek, objek memantulkan kembali sebagian dari berkas cahaya tersebut dan pantulan cahaya ditangkap oleh alat-alat optik, misal mata manusia, kamera, scanner, sensor satelit, dan sebagainya, kemudian direkam.

Citra sebagai keluaran dari suatu sistem perekaman data dapat bersifat :

1. optik berupa foto
2. analog berupa sinyal video seperti gambar pada monitor televisi
3. digital yang dapat langsung disimpan pada media penyimpanan magnetik

Citra juga dikelompokkan menjadi 2 yaitu:



Citra digital adalah citra yang disimpan dalam format digital (dalam bentuk file). Hanya citra digital yang dapat diolah menggunakan komputer. Jenis citra lain jika akan diolah dengan komputer harus diubah dulu menjadi citra digital [3].

**Pencitraan** (*imaging*) = kegiatan mengubah informasi dari citra tampak/citra non digital menjadi citra digital. Beberapa alat yang dapat digunakan untuk pencitraan adalah : scanner, kamera digital, kamera sinar-x/sinar infra merah, dan lain-lain.

**Pengolahan Citra** adalah kegiatan memperbaiki kualitas citra agar mudah diinterpretasi oleh manusia/mesin(komputer). Masukannya adalah citra dan keluarannya juga citra tapi dengan kualitas lebih baik daripada citra masukan, misal citra warnanya kurang tajam, kabur (*blurring*), mengandung *noise* (misal bintik-bintik putih), dan lain-lain sehingga perlu ada pemrosesan untuk memperbaiki citra karena citra tersebut menjadi sulit diinterpretasikan karena informasi yang disampaikan menjadi berkurang.

**Format Citra**

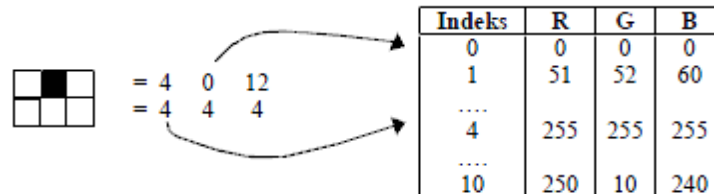
- Citra digital biasanya berbentuk persegi panjang, *secara visualisasi dimensi ukurannya* dinyatakan sebagai **lebar x tinggi**
- Ukurannya dinyatakan dalam titik atau piksel (*pixel=picture element*)
- Ukurannya dapat pula dinyatakan dalam satuan panjang (mm atau inci = *inch*)
- Resolusi = banyaknya titik untuk setiap satuan panjang (*dot per inch*).
- Makin besar resolusi makin banyak titik yang terkandung dalam citra, sehingga menjadi lebih halus dalam visualisasinya.

**Resolusi Citra**

- Resolusi spasial = halus / kasarnya pembagian kisi-kisi baris dan kolom. Transformasi citra kontinu ke citra digital disebut digitalisasi (*sampling*). Misal hasil digitalisasi dengan jumlah baris 256 dan jumlah kolom 256 menjadi resolusi spasial 256 x 256.
- Resolusi kecermerlangan (intensitas / *brightness*) = halus / kasarnya pembagian tingkat kecermerlangan. Transformasi data analog yang bersifat kontinu ke daerah intensitas diskrit disebut kuantisasi. Bila intensitas piksel berkisar antara 0 dan 255 menjadi resolusi kecermerlangan citra adalah 256.

**Citra Warna Berindeks**

- □Setiap titik (*pixel*) pada citra warna berindeks mewakili indeks dari suatu tabel warna yang tersedia (biasanya disebut palet warna)
- Keuntungan pemakaian palet warna adalah kita dapat dengan cepat memanipulasi warna tanpa harus mengubah informasi pada setiap titik dalam citra. Keuntungan yang lain, penyimpanan lebih kecil.



Gambar 1. Pembagian Indeks RGB [3]

- Setting warna display pada MS Window biasanya format *16 colors*, *256 colors*, *high color*, *true color*, yang merupakan citra warna berindeks dengan ukuran palet masing-masing 4 bit, 8 bit, 16 bit dan 24 bit[3].

**Konsep Warna**

Warna pokok dalam pengelolaan gambar terdiri dari 3 (tiga) jenis, yaitu merah (R), hijau (G), biru (B). jika warna-warna pokok tersebut digabungkan, maka akan menghasilkan warna lain. Penggabungan warna tersebut bergantung pada warna pokok dimana tiap-tiap warna memiliki nilai 256 (8 bit).

Konsep ruang warna adalah setiap piksel mempunyai warna yang dinyatakan dalam RGB, sehingga merupakan gabungan nilai R, nilai G, dan nilai B yang tidak bisa dipisahkan satu dengan lainnya. Hal ini dapat dituliskan dengan P(r,g,b)[4].

**Fitur Warna**

Pengelompokan gambar hanya berdasarkan fitur warna yang menggunakan model warna HSV. Hasil ekstraksi fitur warna berupa histogram HSV. Model warna RGB merupakan yang paling banyak digunakan pada sistem CBIR. Pada model ini, warna direpresentasikan menjadi tiga warna primer, yaitu : red, green, dan blue. Nilai masing-masing warna primer itu berkisar antara 0 – 255. Sedangkan HSV (*hue saturation value*) merupakan model warna yang diturunkan dari RGB.

Proses pencarian gambar juga berdasarkan fitur warna dengan model warna HSV. Model warna ini dinilai lebih baik dalam membedakan warna dibandingkan dengan RGB.

Model warna adalah sejumlah cara untuk merepresentasikan warna yang diindera manusia. Model warna yang digunakan saat ini dapat digolongkan ke dalam dua kategori, seperti *hardwareoriented* dan *useroriented*.

Gambar Digital adalah sekumpulan titik yang disusun dalam bentuk matriks, dan nilainya menyatakan suatu derajat kecerahan (*derajat keabuan/grayscale*). Derajat keabuan 8 bit menyatakan 256 derajat kecerahan.

Pada gambar berwarna nilai setiap titiknya adalah nilai derajat keabuan pada setiap komponen warna RGB. Bila masing-masing komponen R, G, dan B mempunyai 8 bit, maka satu titik dinyatakan dengan (8+8+8) = 24 bit atau 224 derajat keabuan[4].

Penjelasan ringkas tentang berbagai macam model atau format warna[4] :

- Format warna RGB  
Format ini digunakan untuk menghasilkan warna di monitor dan televisi tabung yang menggunakan gelombang elektromagnetik. Sebuah titik ditembak dengan spectrum R, G, dan B.
- Format warna HSV atau HIS atau HSL  
Format ini merupakan format warna alamiah dengan mempertimbangkan bahwa spectrum warna adalah sebuah koordinat polar seperti warna pantulan yang jatuh di mata manusia.

- Format warna CIE  
Format warna ini adalah varians dari RGB dengan normalisasi spectrum, sehingga sifat orthogonalitas dari masing-masing komponen warna lebih dijamin. Format ini merupakan standard dalam QBIC.
- Format YCrCb  
Format warna ini disebut juga dengan warna *chrominant*.  
Format ini banyak digunakan dalam *skin detection*.
- Format warna CMYK  
Format warna ini adalah penghasil warna pada cat atau tinta.  
Format warna ini yang digunakan oleh mesin cetak.

### Grayscale

Proses awal yang banyak dilakukan dalam *image processing* adalah mengubah citra berwarna menjadi citra *gray-scale*, hal ini digunakan untuk menyederhanakan model citra. Seperti telah dijelaskan di depan, citra berwarna terdiri dari 3 layer matrik yaitu R-layer, G-layer, dan B-layer. Sehingga untuk melakukan proses-proses selanjutnya tetap diperhatikan tiga layer di atas. Bila setiap proses perhitungan dilakukan menggunakan tiga layer, berarti dilakukan tiga perhitungan yang sama. Sehingga konsep itu diubah dengan mengubah 3 layer di atas menjadi 1 layer matriks *gray-scale* dan hasilnya adalah derajat keabuan.

Untuk mengubah citra berwarna yang mempunyai nilai matriks masing-masing r, g, dan b menjadi citra *grayscale* dengan nilai s, maka konversi dapat dilakukan dengan mengambil rata-rata dari nilai r, g, dan b sehingga dapat dituliskan menjadi:

$$S = \frac{(R + G + B)}{3}$$



Gambar 2. Contoh Citra *Grayscale* [4]

### Format Image

Terdapat berbagai macam format citra, beberapa diantaranya adalah:

1. Bitmap (BMP)
2. JPEG
3. TIFF
4. Dicom

Format yang berbeda-beda ini mengakibatkan adanya perbedaan pula dalam proses pembacaannya. Dengan menggunakan *toolbox image processing* di Matlab, proses pembacaan gambar dapat dilakukan dengan mudah. Contoh proses pembacaan gambar :

```
a=imread(*.*);
figure,imshow(a);
```

Instruksi tersebut berlaku untuk format image BMP, JPE, dan TIFF, sedangkan untuk format gambar Dicom proses pembacaannya agak berbeda.

### Image Processing

*Image* atau gambar adalah representasi spasial dari suatu objek yang sebenarnya dalam bidang dua dimensi yang biasanya ditulis dalam koordinat kartesian x-y, dan setiap koordinat merepresentasikan satu sinyal terkecil dari objek yang biasanya koordinat terkecil ini disebut sebagai *pixel*. Karena merupakan sistem koordinat yang

memiliki nilai maka biasanya *image* dianggap sebagai sebuah matrik x-y yang berisi nilai piksel. Representasi dari matriks tersebut dapat ditulis sebagai berikut [5]:

$$f(x, y) = \begin{bmatrix} f(0, 0) & f(0, 1) & \dots & f(0, N - 1) \\ f(1, 0) & f(1, 1) & \dots & f(1, N - 1) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ f(M - 1, 0) & f(M - 1, 1) & \dots & f(M - 1, N - 1) \end{bmatrix} \quad (1)$$

*Image Processing* (Pengolahan citra) merupakan proses pengolahan dan analisis citra yang banyak melibatkan persepsi visual. Proses ini mempunyai ciri data masukan dan informasi keluaran yang berbentuk citra. Istilah pengolahan citra digital secara umum didefinisikan sebagai pemrosesan citra dua dimensi dengan komputer. Dalam definisi yang lebih luas, pengolahan citra digital juga mencakup semua data dua dimensi. Citra digital adalah barisan bilangan nyata maupun kompleks yang diwakili oleh bit-bit tertentu. Beberapa alasan dilakukannya pengolahan citra antara lain yaitu [5]:

1. Untuk mendapatkan citra asli dari suatu citra yang sudah buruk karena suatu pengaruh derau. Proses pengolahan bertujuan mendapatkan citra yang diperkirakan mendekati citra yang sesungguhnya.
2. Untuk memperoleh citra dengan karakteristik tertentu dan cocok secara visual yang dibutuhkan untuk tahap yang lebih lanjut dalam pemrosesan analisa citra.

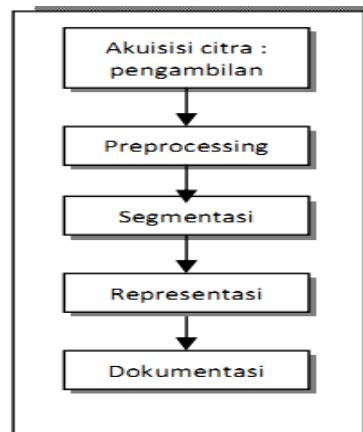
Pengolahan citra dapat dikelompokkan dalam dua jenis kegiatan, yaitu:

1. Memperbaiki kualitas citra sesuai kebutuhan
2. Mengolah informasi yang terdapat pada citra.

Dari pengolahan citra diharapkan terbentuk suatu sistem yang dapat memproses citra masukan hingga citra tersebut dapat dikenali ciri atau fiturnya. Pengenalan ciri atau fitur inilah yang sering diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari. Aplikasi yang dimaksudkan di sini, yang akan menjadi fokus utama pada sampel penelitian yaitu pendeteksian *illegal logging* [5][10].

**Tahapan Dalam *Image Processing***

*Image Processing* terdiri dari lima tahap yaitu akuisisi citra, preprocessing, segmentasi, representasi dan dokumentasi/analisis. Tahapan dalam *image processing* tampak pada gambar berikut [6]:



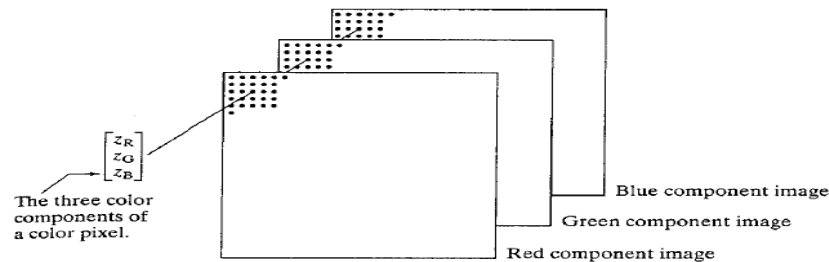
Gambar 3. Tahap Dalam *Image Processing* [6]

Akuisisi citra yaitu tahap untuk mendapatkan citra digital. Tujuan akuisisi citra adalah untuk menentukan data yang diperlukan. Preprocessing adalah proses awal pengolahan citra. Hal yang dilakukan pada tahap ini adalah *me-rezise* citra-citra yang akan digunakan. Segmentasi bertujuan untuk mempartisi citra menjadi bagian-bagian pokok yang mengandung informasi penting. Dalam hal ini menggunakan segmentasi konvensional. Representasi digunakan untuk mempresentasikan suatu wilayah sebagai suatu daftar titik koordinat dalam kurva tertutup.

### Format Warna True Color

Format data citra digital berhubungan erat dengan warna. Pada kebanyakan kasus, terutama untuk keperluan penampilan secara visual, nilai data digital merepresentasikan warna dari citra yang diolah. Format citra digital yang banyak dipakai adalah Citra Biner (*Monokrom*), Citra Skala Keabuan (*Grayscale*), Citra Warna (*True Color*), dan Citra Warna Berindeks.

Citra warna identik dengan warna RGB. Warna RGB gambar terdiri dari  $m \times n \times 3$  warna *pixel* dimana setiap *pixel* warna terdiri dari komponen merah, hijau dan biru. Seperti yang terdapat pada gambar berikut:



**Gambar 4.** Representasi Warna RGB [6]

Sebuah gambar RGB dapat terlihat seperti susunan dari tiga gambar *grayscale*, ketika diberikan *input* merah, hijau dan biru dari warna monitor maka menghasilkan gambar berwarna pada layar. Kelas data dari komponen gambar menentukan nilai cakupannya. Jika sebuah gambar RGB merupakan kelas *double* maka nilai cakupannya adalah 0, 1. Dan untuk kelas data unit 8 nilai cakupannya adalah 0, 255 dan untuk unit 16 nilai cakupannya adalah 0, 65535. Jumlah *bit* yang digunakan untuk merepresentasikan nilai *pixel* dari komponen gambar merupakan kedalaman bit dari sebuah gambar RGB. Sebagai contoh jika setiap komponen gambar merupakan gambar 8 *bit* maka gambar RGB nya memiliki kedalaman 24 *bit* [6].

### DCT (*Discrete Cosine Transform*)

*Discrete Cosine Transform* (DCT) biasa digunakan untuk mengubah sebuah sinyal menjadi komponen frekuensi dasarnya. DCT pertama kali diperkenalkan oleh Ahmed, Natarajan dan Rao pada tahun 1974 dalam makalahnya yang berjudul "*On image processing and a discrete cosine transform*" (Watson, 1994)[7].

DCT mempunyai dua sifat utama untuk kompresi citra dan video yaitu:

1. Mengkonsentrasikan energi citra ke dalam sejumlah kecil koefisien (*energi compaction*).
2. Meminimalkan saling ketergantungan diantara koefisien-koefisien (*decorrelation*).

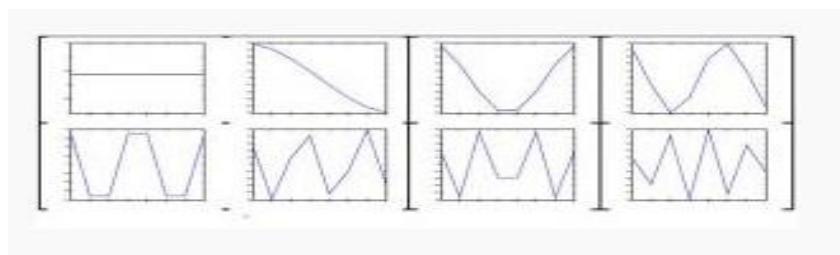
*Discrete Cosine Transform* dari sederet  $n$  bilangan real  $s(x)$ ,  $x = 0, \dots, n-1$ , dirumuskan sebagai berikut (Watson 1994):

$$S(u) = \sqrt{2/n} C(u) \sum_{x=0}^{n-1} s(x) \cos \frac{(2x+1)u\pi}{2n}$$

dengan  $u = 0, \dots, n-1$

$$\text{dimana } C(u) = \begin{cases} 2^{-1/2}, & \text{untuk } u = 0 \\ 1, & \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

Setiap element dari hasil transformasi  $S(u)$  merupakan hasil *dot product* atau *inner product* dari masukan  $s(x)$  dan basis vektor. Faktor konstanta dipilih sedemikian rupa sehingga basis vektornya orthogonal dan ternormalisasi. DCT juga dapat diperoleh dari produk vektor (masukan) dan  $n \times n$  matriks orthogonal yang setiap barisnya merupakan basis vektor. Delapan basis vektor untuk  $n = 8$  dapat dilihat pada gambar 6. Setiap basis vektor berkorespondensi dengan kurva sinusoid frekuensi tertentu.



Gambar 5. Delapan Basis Warna Vector untuk DCT n= 8 [7]

Barisan  $s(x)$  dapat diperoleh lagi dari hasil transformasi  $S(u)$  dengan menggunakan *inverse discrete cosine transform* (IDCT), yang dirumuskan sebagai berikut:

$$S(u) = \sqrt{2/n} \sum_{x=0}^{n-1} S(x)C(x) \cos\left(\frac{(2x+1)u\pi}{2n}\right) \tag{2}$$

dengan  $x = 0, \dots, n-1$

$$\text{dimana } C(u) = \begin{cases} 2^{-1/2}, & \text{untuk } u = 0 \\ 1 & , \text{untuk lainnya} \end{cases}$$

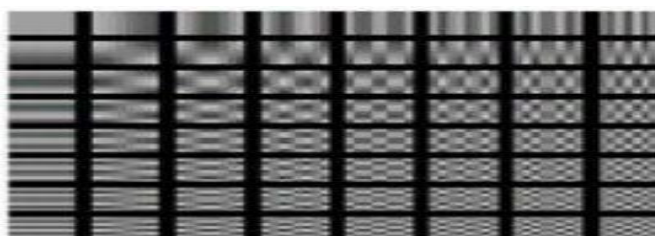
Persamaan diatas menyatakan  $s$  sebagai kombinasi linier dari basis vektor. Koefisien adalah elemen transformasi  $S$ , yang mencerminkan banyaknya setiap frekuensi yang ada didalam masukan  $s$  (Watson, 1994) [7].

*Discrete Cosine Transform* merepresentasikan sebuah citra dari penjumlahan sinusoida dari magnitude dan frekuensi yang berubah-ubah. Sifat dari DCT adalah mengubah informasi citra yang signifikan dikonsentrasikan hanya pada beberapa koefisien DCT. Oleh karena itu DCT sering digunakan untuk kompresi citra seperti pada JPEG.

Koefisien *discrete cosine transform* (DCT) menggambarkan kandungan distribusi frekuensi pada gambar. 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 bisa menghasilkan kembali gambar rekonstruksi sesuai dengan aslinya tanpa cacat. Gambar hasil rekonstruksi ini bisa dipandang sebagai kombinasi linear dari fungsi basis DCT. Contoh fungsi basis DCT dua dimensi untuk ukuran matriks yang berbeda akan menghasilkan fungsi basis yang berbeda yang di tampilkan di Gambar 6.

DCT biasanya digunakan untuk kompresi karena mampu mengurangi terjadinya perulangan piksel yang sama pada daerah yang berdekatan.



Gambar 6. Fungsi Basis DCT Dua Dimensi untuk Matriks 8 x 8 [8]

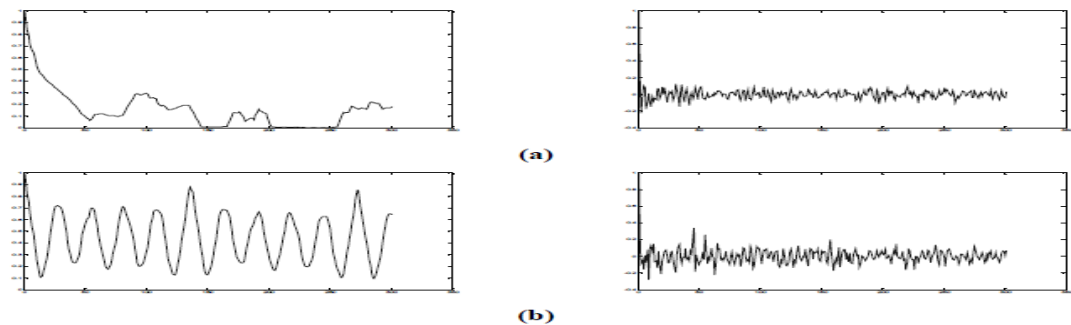
*Discrete Cosine Transform* merepresentasikan sebuah citra dari penjumlahan sinusoida dari magnitude dan frekuensi yang berubah-ubah. Sifat dari DCT adalah mengubah informasi citra yang signifikan dikonsentrasikan hanya pada beberapa koefisien DCT. Oleh karena itu DCT sering digunakan untuk kompresi citra seperti pada JPEG[8].

### Karakteristik DCT

DCT memiliki beberapa karakteristik, antara lain: dekorelasi (*decorrelation*), pemadatan energi (*energy compaction*), proses pemisahan transformasi (*separability*), simetri (*symmetry*), dan ortogonal (*orthogonality*) [9].

#### Dekorelasi (*Decorrelation*)

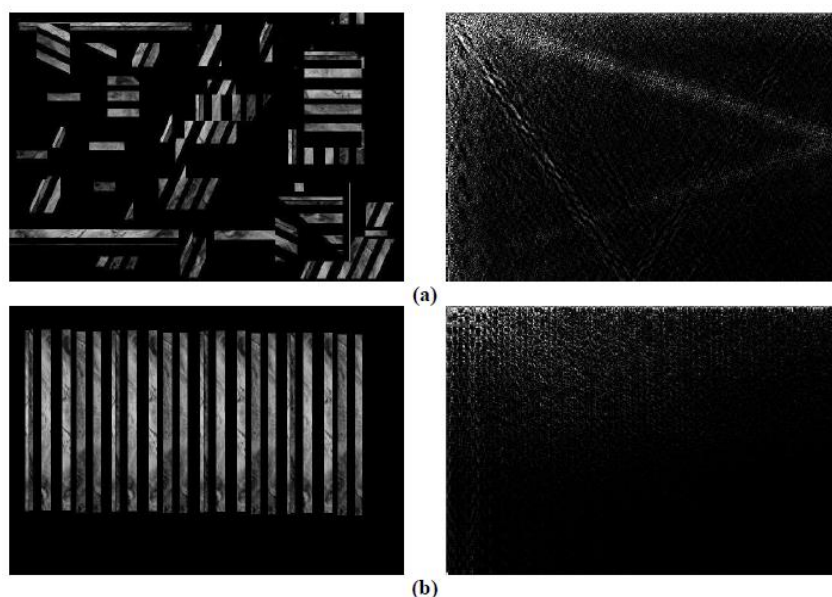
Sifat atau karakteristik DCT ini menjadikan sebuah gambar atau *image* menjadi terdekorelasi yang merupakan proses menghilangkan piksel-piksel berdekatan yang berlebihan sehingga dapat diinkodekan secara sendiri-sendiri sehingga amplitudo dari autokorelasi ini sangat kecil. Dengan kata lain kegunaan dekorelasi ini adalah menghasilkan amplitudo dari suatu hasil autokorelasi pada sebuah gambar menjadi sangat kecil.



Gambar 7. (a) dan (b) Normalisasi Autokorelasi Sebelum dan Sesudah DCT[9]

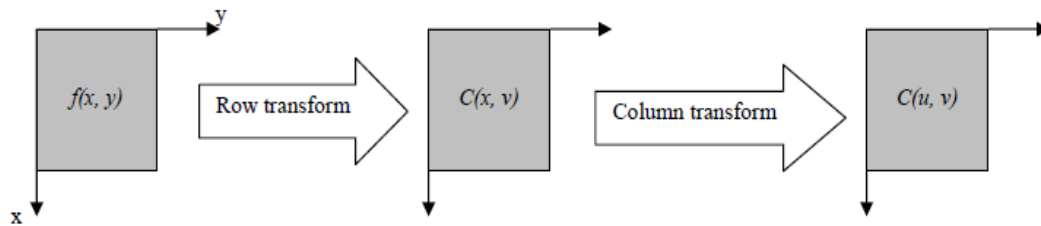
#### Pemadatan Energi (*Energy Compaction*)

Dalam proses ini skema transformasinya dapat dilihat dari kemampuannya untuk memampatkan suatu input data menjadi koefisien sesedikit mungkin. Dimana untuk menghilangkan koefisien dengan amplitudo yang rendah secara relatif tanpa memperlihatkan *distorsi visual* yang lain dari *image* yang direkonstruksi. DCT ini sendiri memampatkan energi energi yang bagus dari suatu gambar tertentu atau terkorelasi. Dimana gambar yang tidak beraturan memiliki intensitas variasi yang lebih tajam dibandingkan dengan gambar yang beraturan, sehingga pada gambar ini memiliki konten frekuensi yang lebih tinggi. Sehingga dapat disimpulkan bahwa gambar yang tidak beraturan memiliki energi yang tersebar sedangkan gambar yang beraturan energinya teratur atau terpaket dengan regional frekuensi yang rendah.



Gambar 8 (a) dan (b) Pemadatan Energi dari Suatu Gambar yang tidak Beraturan dan yang Beraturan [9]

**Proses Pemisahan Transformasi (Separability)**



Gambar 9. Proses Pemisahan Transformasi [9]

Pada gambar diatas merupakan suatu proses pemisahan transformasi dimana pada sebuah fungsi  $f(x,y)$  pertama-tama akan ditransformasikan bagian barisnya yaitu fungsi  $(y)$  menjadi  $(v)$  sehingga fungsinya berubah menjadi  $C(x,v)$ , setelah itu ditransformasikan kembali bagian kolomnya yaitu fungsi  $(x)$  menjadi  $(u)$  sehingga akan didapatkan sebuah fungsi dari persamaan yang baru yaitu  $C(u,v)$ .

**Simetri (Symmetry)**

Tampilan lain dari operasi kolom dan baris memperlihatkan bahwa operasi ini secara fungsi sama atau identik seperti sebuah transformasi simetris berikut ini:

$$T = AfA, \tag{3}$$

Dimana,  $A$  adalah matriks transformasi simetris dari  $N \times N$  dimana,  $N$  adalah  $a(i, j)$  yaitu:

$$a(i, j) = \alpha(j) \sum_{j=0}^{N-1} \cos \left[ \frac{\pi(2j+1)i}{2N} \right] \tag{4}$$

Dan  $f$  adalah matriks gambar dari  $N \times N$ .

**Orthogonal (Orthogonality)**

Dari transformasi simetris  $T = AfA$  diatas dapat di transformasikan menjadi:

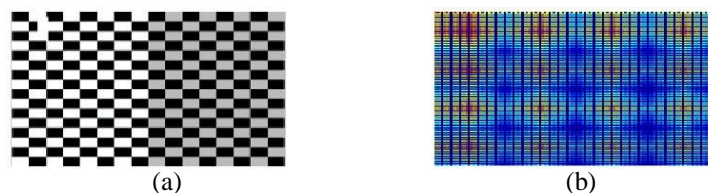
$$f = A^{-1}TA^{-1}. \tag{5}$$

Seperti yang dijelaskan sebelumnya, fungsi basis DCT adalah orthogonal. Jadi invers transformasi dari matriks  $A$  adalah sama dengan fungsi transpose, seperti berikut:

$$A^{-1} = A^T. \tag{6}$$

**Kelebihan & Kekurangan DCT**

DCT (*Discrete Cosine Transform*) menghitung kuantitas bit-bit *image* dimana pesan tersebut disembunyikan didalamnya. Walaupun *image* yang dikompresi dengan *lossy compression* akan menimbulkan kecurigaan karena perubahan LSB akan terlihat jelas, pada metode ini hal ini tidak akan terjadi karena metode ini terjadi di domain frekuensi di dalam *image*, bukan pada domain spasial, sehingga tidak akan ada perubahan yang terlihat pada *cover image*. Sedangkan kekurangannya yaitu tidak tahan terhadap perubahan suatu objek dikarenakan pesan mudah dihapus karena lokasi penyisipan data dan pembuatan data dengan metode DCT diketahui [7].



Gambar 10. (a) Gambar sebelum DCT (b) Gambar sesudah proses DCT

## HASIL PENELITIAN

### Pengujian Sistem

Pada sistem DCT yang dibuat ini merupakan uji coba yang dilakukan untuk mendeteksi *illegal logging* pada sebuah **citra satelit kawasan hutan pada kabupaten Gowa**. Citra yang diperoleh merupakan citra yang akan dicocokkan dengan DCT yang berjumlah 6 pasang citra pada tahun 2007 dan 2009. Pengujian sistem ini dilakukan dengan mengambil sampel nilai indeks pada daerah pepohonan dan daerah yang bukan pepohonan. Dengan cara inilah sehingga dapat ditentukan pengelompokan tingkat *illegal loggingnya*.

Pengujian pertama dilakukan dengan citra tahun 2007. Terlebih dahulu memasukkan gambar kemudian memasukkan fungsi DCTnya yang diatur seperti di bawah ini:

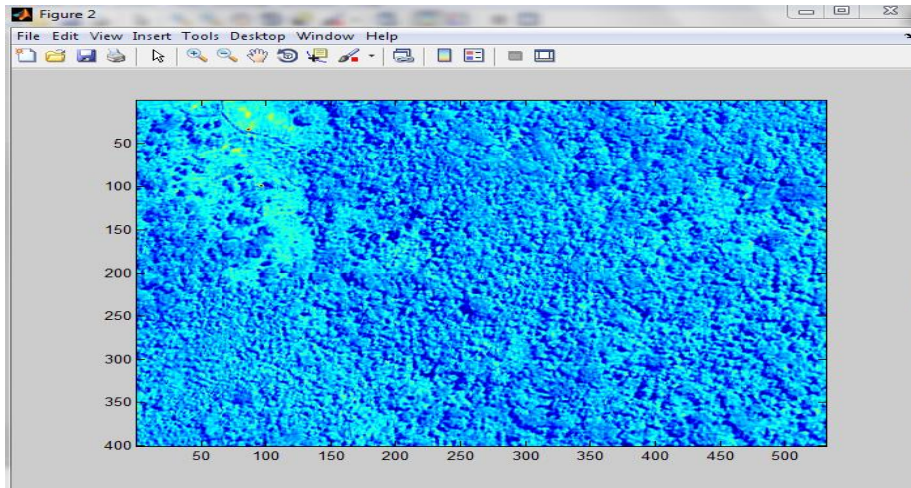
```
[FileName,PathName] = uigetfile('*.jpg','Select the jpg-file');  
handles.gambar=imread(fullfile(PathName, FileName));  
gambar1=handles.gambar  
gray1=rgb2gray(gambar1);  
f1=dct2(gray1);  
gambar1=imshow(gray1), colormap(jet),colorbar  
figure,imshow(f1), colormap(jet),colorbar
```

Hasilnya tampak pada gambar berikut :



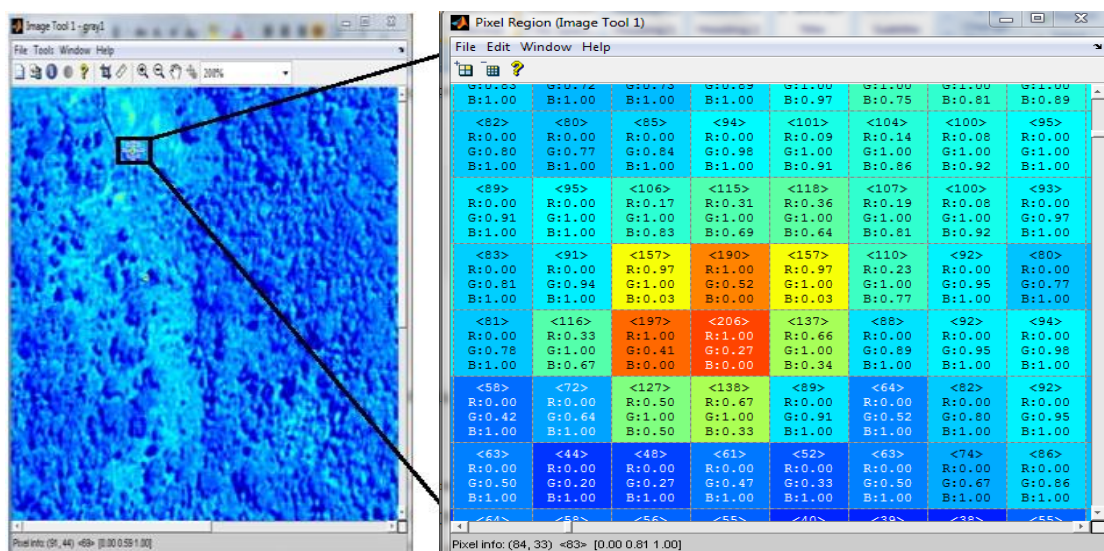
**Gambar 11.** Citra Sebelum Diberikan Fungsi DCT

Gambar 11 memperlihatkan keadaan awal citra sebelum diberikan fungsi DCT. Pada gambar diatas sudah terlihat perbedaan warna daerah tertebang dengan daerah pepohonan, namun dalam hal ini belum dapat ditentukan apakah daerah tersebut *illegal logging* atau tidak sebelum mengalami proses pencocokan dengan data citra terakhirnya.



Gambar 12. Citra Setelah Diberikan Fungsi DCT

Gambar 12 memperlihatkan perubahan warna citra setelah diberikan fungsi DCT. Pada gambar diatas dapat dilihat bahwa warna kuning merupakan daerah bukan pepohonan dan warna biru merupakan daerah pepohonan.



Gambar 13. Proses Pengelompokan Nilai Indeks

Hal ini diakibatkan karena pada proses ini, citra terlebih dahulu dikonversi menjadi *Grayscale* kemudian diberikan fungsi *colormap* dengan format warna *jet*. Pemberian fungsi *colormap* ini dilakukan agar pada gambar *output* nampak seolah-olah akan berwarna. Proses ini dilakukan dengan tujuan dapat membedakan dan mengelompokkan daerah-daerah *illegal logging*nya.

Tahap selanjutnya adalah mengelompokkan nilai indeks pada setiap daerah berdasarkan tingkat *illegal logging*nya dapat dilihat seperti gambar diatas.

Pada Gambar 13, proses pengelompokan nilai indeksnya dilakukan dengan melihat dan membedakan nilai-nilai indeks pada *pixel region*nya. Kemudian untuk mengetahui nilai indeks pada setiap daerah dapat dilakukan dengan mengarahkan langsung kursor ke lokasi yang diinginkan .

Proses selanjutnya adalah proses *input* data citra tahun 2009. Pada proses inilah citra masukan tahun sebelumnya akan dicocokkan dengan data citra tahun terakhir. Dalam proses ini, tahap-tahap yang dilakukan sama dengan yang sebelumnya yaitu pertama-tama citra yang akan dicocokkan terlebih dahulu dengan diberi

perintah *imread* agar citra tersebut dapat diproses oleh program Matlab. Selanjutnya pada citra tersebut akan dimasukkan fungsi DCT sampai proses pengelompokan indeksinya seperti Gambar 13.

Setelah semua proses diatas dilakukan barulah dapat ditentukan apakah suatu daerah mengalami *illegal logging* atau tidak dengan cara melihat selisih dari total jumlah piksel yang dianggap *illegal logging* pada citra terakhir dengan total jumlah piksel pada citra sebelumnya. Dengan cara inilah maka suatu daerah dapat dikatakan mengalami *illegal logging* atau tidak dengan ketentuan, jika:

- Hasil pengurangan yang bernilai positif (+) atau  $> 0$  maka *illegal logging*, yang mengidentifikasi bahwa luas daerah pepohonan pada data awal berkurang pada data akhir.
- Hasil pengurangan yang bernilai  $\leq 0$  dengan kata lain bernilai nol (0) atau negatif (-) maka tidak terjadi *illegal logging*, yang mengidentifikasi bahwa luas daerah pepohonan pada data awal dan data akhir tidak mengalami perubahan atau penambahan daerah pepohonan.

Selain itu, untuk memperlihatkan hasil deteksi oleh sistem untuk daerah tertebang pada citra, pemberian *colormap(jet)* juga mempermudah untuk melihat dan menghitung luas wilayah atau persentase daerah yang diingkinkan. Sehingga hasil perhitungan daerah tertebang dapat dilihat dengan jelas pada *command window* Matlab dengan ukuran yang sebenarnya.

### Analisis Sistem

Pengujian dan analisis pada intinya untuk mengetahui tingkat keakuratan sistem yang telah dibuat. Pengujian dilakukan dengan 6 pasang sampel citra pada tahun 2007 dan tahun 2009. Ukuran citra uji yang digunakan yaitu  $530 \times 400$  pixel. Pengujian dilakukan dengan sistem yang telah dibuat. Pada pengujian ini, sampel *input* citra yang dipakai untuk daerah yang mengalami penebangan sebanyak 5 pasang citra dan 1 pasang daerah tanpa penebangan. Berdasar hasil identifikasi di atas dimana terdapat 1 data uji yang tidak sesuai dengan validasi, diperoleh nilai keakuratan sistem sebesar 83,33%.

Perhitungan keakuratan sistem dapat dilihat berdasarkan perbandingan validasi dengan hasil deteksi sistem. Tabel 1 adalah hasil pengujian sistem :

**Tabel 1.** Hasil Pengujian Sistem

Data		Bukan Illegal Logging (pixel)	Illegal Logging rendah (pixel)	Illegal Logging sedang (pixel)	Illegal Logging parah (pixel)	Total Illegal Logging (pixel)	Bukan Illegal Logging (%)	Illegal Logging rendah (%)	Illegal Logging sedang (%)	Illegal Logging parah (%)	Total Illegal Logging (%)	Luas Daerah Illegal Logging (m <sup>2</sup> )	Hasil Deteksi	Validasi
1	Awal	168360	43552	88	0	212000	79.4151	20.5434	0.0415	0	20.5849	-	-	-
	Akhir	51227	104951	54784	1038	212000	24.1637	49.5052	25.8415	0.4896	75.8363	234266	Illegal Logging Terdeteksi	Illegal Logging
2	Awal	211736	664	0	0	212400	99.6874	0.3126	0	0	0.3126	-	-	-
	Akhir	68027	116943	27092	338	212400	32.0278	55.0579	12.7552	0.1591	67.9722	287418	Illegal Logging Terdeteksi	Illegal Logging
3	Awal	211811	580	6	3	212400	99.7227	0.2731	0.0028	0.0014	0.2773	-	-	-
	Akhir	64537	109321	37738	804	212400	30.3847	51.4694	17.7674	0.3785	69.6153	294548	Illegal Logging Terdeteksi	Illegal Logging
4	Awal	211944	456	0	0	212400	99.7853	0.2147	0	0	0.2147	-	-	-
	Akhir	88058	103633	20376	333	212400	41.4586	48.7914	9.5932	0.1568	58.5414	247772	Illegal Logging Terdeteksi	Illegal Logging
5	Awal	211834	506	6	0	212400	99.7335	0.2637	0.0028	0	0.2665	-	-	-
	Akhir	68124	103081	40246	949	212400	32.0734	48.9315	18.9482	0.4468	67.9266	287420	Illegal Logging Terdeteksi	Illegal Logging
6	Awal	211569	831	0	0	212400	99.6088	0.3912	0	0	0.3912	-	-	-
	Akhir	79733	119875	12774	18	212400	37.5391	56.4383	6.0141	0.0085	62.4609	263672	Illegal Logging Terdeteksi	Tanpa Illegal Logging

## SIMPULAN

1. Penentuan ada tidaknya *illegal logging* dapat diketahui dari selisih luas daerah tertebang data akhir – data awal. Bertambahnya luas daerah tertebang di data akhir menandakan terjadinya *illegal logging*.
2. Pendeteksian penebangan liar dengan sistem ini dapat mendeteksi penebangan minimal dengan luas  $2m^2$ , karena skala yang dipakai untuk 1 *pixel* pada gambar sama dengan  $2m^2$  pada skala sebenarnya.
3. Hasil akhir dengan *Discrete Cosine Transform* sangat ditentukan oleh tingkat pencahayaan dan kualitas dari citra yang menjadi inputnya.

## SARAN

1. Dalam pembuatan sistem pendeteksian *illegal logging* dengan metode DCT (*Discrete Cosine Transform*) ini, masih terdapat beberapa kekurangan seperti keterbatasan dalam membedakan antara daerah yang mengalami kerusakan hutan dan daerah pepohonan pada tingkat kecerahan yang tinggi, serta pengklasifikasian yang masih kurang untuk jenis- jenis hutan, daerah seperti hutan semak, daerah rerumputan, perairan, maupun daerah–daerah lain karena disebabkan terbatasnya citra yang digunakan. Penggunaan citra yang lebih baik dapat mengurangi akibat dari keterbatasan tersebut.
2. Penelitian ini masih perlu dilakukan pengembangan, maka dari itu perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menggunakan metode sistem cerdas yang lain seperti SVM (*Support Vector Machine*), HMM (*Hidden Markov Model*), Kalman Filter atau mengkombinasikan metode-metode yang sudah diteliti dengan metode-metode yang lain.
3. Implementasi lebih lanjut dapat digunakan oleh Departemen Kehutanan atau departemen terkait dalam menekan angka pengurangan luas wilayah hutan yang disebabkan oleh penebangan liar.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adinugroho, Wahyu Catur. 2009. *Penebangan Liar (Illegal Logging), Sebuah Bencana Bagi Dunia Kehutanan Indonesia Yang Tak Kunjung terselesaikan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- [2] Tejaswi, Giri. 2007. *Manual On Deforestation, degradation, And Fragmentation Using Remote Sensing And GIS*, Roma
- [3] Hestningsih, Idhawati. *Pengolahan Citra*
- [4] Rahmanti, Farah Zakiyah. 2010. *Pengelompokan Gambar Berdasarkan Warna Dan Bentuk Menggunakan FGKA (FAST GENETIC KMEANS ALGORITHM) Untuk Pencocokan Gambar*. Surabaya : Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
- [5] Iqbal, Muhammad. 2009. *Dasar Pengolahan Citra Menggunakan Matlab*. Institut Pertanian Bogor.
- [6] Rafael Gonzales C., Richard Woods E. 2002. *Digital Image Processing Second Edition*. New Jersey: Prentice Hall.
- [7] <http://anoa5.wordpress.com/2010/05/08/perbedaan-discrete-cosine-transform-dct-dan-discrete-wavelet-transform-dwt/> diakses pada tanggal 11 November 2011
- [8] Pramitarini, yushintia. 2011. *Analisa Pengiriman Citra Terkompresi JPEG Dengan Teknik Spread Spektrum Direct Sequence(DS-SS)*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November
- [9] Khayam, Syed Ali. 2003. *The Discrete Cosine Transform(DCT): Theory And Application*. Michigan State University: Department of Electrical & Komputer Engineering
- [10] Syafruddin Syarif, Pingkan W., Trimurti F. R., Ady W. Paundu. 2011. Pemanfaatan *Adaptive Neuro Fuzzy Inference Sistem* Untuk Identifikasi Penebangan Liar, Prosiding Konferensi Nasional Forum Teknik Elektro Indonesia (FORTEI) 2011.

