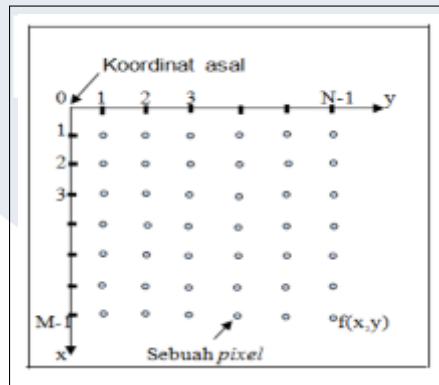


## BAB 2 LANDASAN TEORI

### 2.1 Citra Digital

Citra digital merupakan sebuah gambar dua dimensi yang merupakan hasil dari analog dua dimensi kontinu yang dilakukan proses sampling hingga menjadi sebuah gambar. Citra digital adalah sebuah citra yang dapat diolah pada sebuah komputer karena berbentuk data numerik [21]. Citra yang dicetak dengan mesin cetak bukanlah sebuah citra digital, melainkan citra yang disimpan pada komputer berupa *file* yang disebut citra digital [22].



Gambar 2.1. Koordinat Citra Digital  
sumber: [23]

Gambar 2.1 menunjukkan sebuah koordinat citra digital dua dimensi pada sumbu  $(x, y)$ . Citra digital dapat ditulis secara matematis seperti tabel matriks berikut, di mana  $x$  sebagai baris dan  $y$  sebagai kolom [24].

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

Fungsi dari  $f(x,y)$  dapat dipisah menjadi dua komponen, yaitu [23]:

1.  $i(x,y)$  merupakan jumlah cahaya yang berasal dari sumbernya, disebut sebagai *illumination*.
2.  $r(x,y)$  merupakan derajat kemampuan objek untuk memantulkan cahaya, disebut *reflection*.

Citra digital dapat berwarna RGB (*Red, Green, Blue*) yang merupakan citra terdiri dari tiga bidang lepas berwarna merah, hijau, dan biru pada setiap pikselnya. Citra digital juga dapat berwarna *grayscale*, suatu citra RGB dapat diubah menjadi *grayscale* dengan metode yang umum digunakan, sebagai berikut:

$$(R + G + B)/3 \quad (2.1)$$

$R$  = Unsur warna merah

$G$  = Unsur warna hijau

$B$  = Unsur warna biru

## 2.2 Steganografi

Steganografi berasal dari kata Yunani *steganos* yang berarti "tertutup" dan *graphein* yang berarti "menulis" [25]. Secara umum steganografi merupakan sebuah ilmu dan seni menyembunyikan suatu pesan rahasia sedemikian rupa hingga keberadaan pesan tersebut tidak dapat terdeteksi oleh indera manusia [26]. Tantangan sebuah steganografi yang efektif adalah membuat sebuah pesan rahasia tidak dapat dideteksi atau tidak terlihat secara persepsi dan secara statistik [27]. Beberapa ciri yang dimiliki steganografi menggambarkan keberhasilan dari sebuah steganografi, yaitu [28]:

### 1. Kapasitas

Kapasitas mengindikasikan keberhasilan jumlah bit yang tertutupi dan yang berhasil dipulihkan oleh sistem stego.

### 2. Keamanan

Dikatakan algoritma yang disematkan aman jika informasi yang sudah didapatkan tidak dapat dihapus oleh penyerang.

### 3. Ketahanan

Ketahanan mengacu pada kemampuan data yang tersimpan tidak akan terpengaruh jika media mengalami transformasi seperti *filtering*, *scaling*, penambahan *random noise*, dll.

Steganografi dapat diterapkan pada beberapa media, contoh media yang dapat dijadikan sebagai penyisipan pesan antara lain sebagai berikut [29].

### 1. Teks

Teks sebagai media penyisipan steganografi umumnya menggunakan teknik NLP (*Natural Language Processing*) sehingga teks yang telah disisipkan sebuah pesan rahasia tidak akan dicurigai oleh seseorang yang melihatnya.

### 2. Citra

Format citra merupakan format yang paling banyak digunakan sebagai media penyisipan steganografi, dikarenakan citra merupakan sebuah format *file* yang sering dipertukarkan di internet.

### 3. Suara

Format suara dipilih karena format ini memiliki berkas yang relatif besar, sehingga pesan rahasia yang disisipkan dapat ditampung dengan jumlah besar.

### 4. Video

Format video memiliki ukuran *file* yang sangat besar namun jarang digunakan karena terlalu besarnya ukuran *file* membuat kurang praktis penggunaannya dan tidak banyak algoritma yang mendukung penggunaan format video.

Manfaat dari steganografi adalah memungkinkan sebuah pesan dapat dikirim secara rahasia tanpa diketahui bahwa pesan tersebut sedang dikirim. Hal ini membuat pihak ketiga atau pihak yang tidak berhak untuk melihat atau menerima pesan tersebut tidak dapat mengetahui isi pesan yang dirahasiakan [26].

## 2.3 Discrete Cosine Transform

*Discrete Cosine Transform* (DCT) merupakan sebuah metode yang mengubah sebuah citra menjadi domain frekuensi yang ekuivalen dengan cara mempartisi matriks piksel citra menjadi blok dengan ukuran  $N \times N$ , dengan  $N$  bergantung pada jenis citra. Sebagai contoh jika digunakan citra hitam putih dengan 8 bit maka  $N = 8$ , sama seperti dengan citra berwarna dengan 24 bit maka digunakan  $N = 24$  akan tetapi kompleksitas waktu dapat meningkat, maka dari itu DCT dilakukan pada komponen warna per individu untuk citra berwarna. Citra berwarna terdiri dari 8 bit merah, 8 bit hijau, 8 bit biru maka dari itu setiap komponen warna diaplikasikan DCT dengan blok sebesar  $N = 8$  [30]

### 2.3.1 DCT 1 Dimensi

Jika terdapat sebuah vektor satu dimensi dengan sinyal sepanjang N, DCT ekuivalen dapat ditulis sebagai berikut [31]:

$$C(u) = \alpha(u) \sum_{x=0}^{N-1} f(x,y) \cos \left[ \frac{\pi(2x+1)u}{2N} \right] \quad (2.2)$$

Dengan  $u = 0, 1, 2, \dots, N-1$

Untuk transformasi *inverse* dapat digunakan rumus berikut:

$$f(x) = \sum_{x=0}^{N-1} \alpha(u)c(u) \cos \left[ \frac{\pi(2x+1)u}{2N} \right] \quad (2.3)$$

Dengan  $x = 0, 1, 2, \dots, N-1$ . Pada dua rumus tersebut, nilai  $\alpha(u)$  didefnisikan sebagai berikut:

$$\alpha(u) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{N}} & u = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{N}} & u \neq 0 \end{cases} \quad (2.4)$$

### 2.3.2 DCT 2 Dimensi

Sebuah citra merupakan matriks piksel 2-D dimana setiap posisi (i,j) merepresentasikan warna dari titik tersebut. Untuk mengubah citra menjadi matriks DCT yang ekuivalen dapat digunakan rumus 2-D DCT sebagai berikut:

$$C(u, v) = \alpha(u)\alpha(v) \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} f(x,y) \cos \left[ \frac{\pi(2x+1)u}{2N} \right] \cos \left[ \frac{\pi(2y+1)v}{2N} \right] \quad (2.5)$$

Dimana  $u, v = 0, 1, 2, \dots, N-1$

Dan untuk transformasi *inverse* 2-D DCT digunakan rumus, sebagai berikut:

$$f(x,y) = \sum_{x=0}^{N-1} \sum_{y=0}^{N-1} \alpha(u)\alpha(v)c(u,v) \cos \left[ \frac{\pi(2x+1)u}{2N} \right] \cos \left[ \frac{\pi(2y+1)v}{2N} \right] \quad (2.6)$$

Dengan  $C(u, v)$  merepresentasikan nilai dari  $u, v$  dan  $f(x, y)$  merepresentasikan nilai warna pikselnya pada posisi  $(x, y)$ .

$$\alpha(u) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{N}} & u = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{N}} & u \neq 0 \end{cases} \quad (2.7)$$

$$\alpha(v) = \begin{cases} \sqrt{\frac{1}{N}} & v = 0 \\ \sqrt{\frac{2}{N}} & v \neq 0 \end{cases} \quad (2.8)$$

Transformasi koefisien pertama merupakan nilai rata-rata dari urutan sampel. Nilai ini disebut sebagai koefisien DC, sedangkan transformasi koefisien lainnya disebut koefisien AC [31].

## 2.4 Discrete Wavelet Transform

*Discrete Wavelet Transform* (DWT) secara umum merupakan dekomposisi citra pada frekuensi *sub-band* citra tersebut. Dengan melakukan penurunan level dekomposisi maka akan menghasilkan komponen *sub-band* transformasi wavelet [32]. DWT melakukan penyisipan pesan dengan cara memodifikasi koefisien *wavelet* dari citra yang digunakan sebagai citra sampel [33]. Metodenya adalah membagi blok piksel citra menjadi 4 *sub-band*, kemudian memindai piksel dari kiri ke kanan secara horizontal dan atas ke bawah secara vertikal lalu melakukan penambahan atau pengurangan terhadap piksel citra sampai seluruh citra diproses [33][34]. 4 *sub-band* pada citra adalah sebagai berikut [33]:

- LL : *lowpass filter* pada horizontal dan vertical.
- LH : *lowpass filter* pada horizontal dan *highpass filter* pada vertical.
- HL : *highpass filter* pada horizontal dan *lowpass filter* pada vertical.
- HH : *highpass filter* pada horizontal dan vertical.

*Highpass filter* digunakan untuk menganalisis frekuensi tinggi, sedangkan *lowpass filter* digunakan untuk menganalisis frekuensi rendah [32]. Pada gambar 2.2 dapat dilihat sebuah 3 tahap dekomposisi dengan DWT.

$LL_3$	$HL_3$	$HL_2$	$HL_1$
$LH_3$	$HH_3$		
$LH_2$		$HH_2$	
$LH_1$		$HH_1$	

Gambar 2.2. Tiga tahap dekomposisi DWT  
sumber: [35]

Haar wavelet merupakan wavelet ortonormal tersimpel dan tertua. Haar wavelet hanya mencerminkan perubahan antara dua piksel yang berdekatan, dan karena hanya menggunakan 2 fungsi yaitu *scale* dan wavelet, haar wavelet menghitung rata-rata dan perbedaan sebuah pasang. Dalam setiap langkah *forward haar transform* dihitung satu set koefisien wavelet dan satu set sebuah rata-rata. Jika sebuah data set mengandung elemen  $n$ , maka terdapat rata-rata  $n/2$  dan nilai koefisien  $n/2$ . Rumus untuk fungsi *scaling* dan wavelet adalah sebagai berikut, dimana  $S_0$  sampai  $S_{n-1}$  merupakan data citra,  $a$  adalah rata-rata, dan  $d$  adalah perbedaan [36].

$$a = \frac{(S_i + S_{i+1})}{2} \quad (2.9)$$

$$d = \frac{(S_i - S_{i+1})}{2} \quad (2.10)$$

## 2.5 Mean Squared Error

*Mean Squared Error* (MSE) digunakan sebagai pengukur perbedaan antara citra yang sudah diproses dengan citra sebelum diproses [37]. Ketidakakuratan yang terdapat pada citra setelah diproses diakibatkan karena terdapatnya pesan yang disisipkan pada citra tersebut, maka jika nilai MSE semakin rendah akan semakin baik [33]. Rumus MSE adalah sebagai berikut:

$$MSE = \frac{\sum_{M,N} [I_1(m,n) - I_2(m,n)]^2}{M,N} \quad (2.11)$$

$I_1(m,n)$  = Intensitas piksel citra asli

$I_2(m,n)$  = Intensitas piksel citra sesudah proses

$M$  = Jumlah baris citra asli

$n$  = Jumlah kolom citra asli

## 2.6 Peak Signal to Noise Ratio

*Peak Signal to Noise Ratio* (PSNR) merupakan rasio antara sinyal tertinggi dengan *noise* yang mempengaruhi sebuah citra [37]. PSNR digunakan untuk menghitung persamaan antara dua buah citra atau kemiripan dari dua citra tersebut dan memiliki satuan desibel (dB) [16]. Untuk mengetahui PSNR diperlukan untuk mengetahui nilai MSE terlebih dahulu. Citra dengan nilai PSNR lebih dari 40 dB dinilai sebagai citra dengan kualitas yang baik, citra dengan nilai PSNR di antara 30-50 dB kisaran yang dapat diterima, sedangkan citra dengan nilai PSNR di bawah 30 dB mengindikasikan citra sudah sangat terdistorsi [33]. PSNR memiliki persamaan sebagai berikut:

$$PSNR = 10 \log_{10} \left( \frac{R^2}{MSE} \right) \quad (2.12)$$

$R$  = Nilai maksimum yang dapat diterima oleh sebuah piksel (setara dengan 255 untuk citra 8-bit).

U M M N  
U N I V E R S I T A S  
M U L T I M E D I A  
N U S A N T A R A