



### **Hak cipta dan penggunaan kembali:**

Lisensi ini mengizinkan setiap orang untuk menggubah, memperbaiki, dan membuat ciptaan turunan bukan untuk kepentingan komersial, selama anda mencantumkan nama penulis dan melisensikan ciptaan turunan dengan syarat yang serupa dengan ciptaan asli.

### **Copyright and reuse:**

This license lets you remix, tweak, and build upon work non-commercially, as long as you credit the origin creator and license it on your new creations under the identical terms.

## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Digital Watermarking

*Watermarking* adalah teknik penyisipan atau penyembunyian suatu informasi yang bersifat rahasia pada suatu data lain (*host data*) tanpa mengubah bentuk dari *host* sehingga seolah-olah tidak ada perbedaan pada *host* sebelum dan sesudah proses *watermarking* (Hakim, 2012).

Sebuah *watermark* dapat berupa teks, gambar, audio, atau rangkaian bit yang tidak bermakna. *Watermark* disisipkan ke dalam suatu data digital tanpa merusak data tersebut. *Watermark* yang disimpan tidak dapat dihapus dari data sehingga ketika data digandakan dan disebar maka *watermark* juga ikut terbawa.

Teknik *watermark* dibagi menjadi 2 yaitu teknik enkripsi *watermark* ke dalam karya digital (*embedding watermark*) dan teknik ekstraksi *watermark* dari dalam karya digital (*extraction watermark*). Syarat-syarat proses *watermarking* yang bagus adalah sebagai berikut (Hakim, 2012).

- a. *Fidelity* : kualitas *host* tidak jauh berubah setelah penambahan *watermark*.
- b. *Imperceptibility* : *watermark* tidak dapat dilihat secara visual.
- c. *Key uniqueness* : kunci unik untuk mendapatkan suatu *watermark* sehingga jika kunci berbeda maka *watermark* yang dihasilkan juga berbeda.
- d. *Noninvertibility* : dibutuhkan data asli untuk mendapatkan *watermark* dari sebuah data.

- e. *Recovery* : *watermark* harus dapat diambil kembali dari *host*.
- f. *Robustness* : *watermark* yang disimpan tahan terhadap serangan-serangan yang dapat dilakukan terhadap *host* tempat menyimpan *watermark*.
- g. *Temper Resistence* : sistem *watermarking* tahan terhadap serangan untuk mengubah, menghilangkan, atau menambahkan *watermark* palsu terhadap *host*.

Jenis – jenis pada *image watermarking* dapat dibagi menjadi beberapa kategori sebagai berikut (Munir, t.t).

a. Persepsi Manusia

Dibagi menjadi *Visible Watermarking* dan *Invisible Watermarking*. *Visible Watermarking* adalah jenis *watermarking* yang hasilnya terlihat secara visual oleh manusia sedangkan *invisible watermarking* adalah jenis *watermarking* yang hasilnya tidak terlihat secara visual oleh manusia.

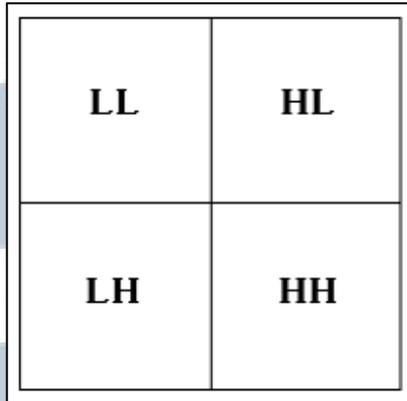
b. Kekokohan Watermark

Dibagi menjadi *Secure Watermark*, *Robust Watermark*, dan *Fragile Watermark*. *Secure Watermark* artinya *watermark* akan aman terhadap segala macam serangan yang terjadi baik *malicious attack* maupun *non-malicious attack*. *Malicious Attack* adalah serangan yang terjadi secara sengaja dengan tujuan merusak *watermark* atau membuat *watermark* menjadi tidak terdeteksi sedangkan *Non-Malicious Attack* adalah serangan yang terjadi secara normal pada image seperti kompresi, *crop*, dll. *Robust Watermark* adalah *watermark* yang tahan terhadap serangan *non-malicious* sedangkan *Fragile Watermak* adalah *watermark* yang mudah rusak terhadap perubahan gambar.

Teknik dalam melakukan *digital watermarking* dapat dibagi menjadi 3 yaitu *blind*, *semi-blind* dan *non-blind watermarking*. *Blind watermarking* adalah teknik *watermarking* yang tidak membutuhkan data bantuan ketika melakukan ekstraksi atau deteksi *watermark*, *semi-blind watermarking* adalah teknik *watermarking* yang membutuhkan data bantuan dalam melakukan ekstraksi atau deteksi *watermark* sedangkan *non-blind watermarking* adalah teknik *watermarking* yang membutuhkan data asli ketika melakukan ekstraksi atau deteksi *watermark* (Dorairangaswamy, 2009).

## 2.2 Discrete Haar Wavelet Transform

*Discrete Wavelet Transform* (DWT) ditemukan pada tahun 1976. DWT melakukan sebuah penggambaran sinyal digital dengan menggunakan teknik filterisasi digital atau dengan kata lain memisahkan sinyal menjadi frekuensi dan skala yang berbeda-beda (Hakim, 2012). Salah satu teknik DWT adalah *Discrete Haar Wavelet Transform* (DHWT). DHWT adalah satu teknik DWT yang pertama ditemukan dan menjadi dasar teori dalam teknik DWT. DHWT ditemukan oleh seorang ahli matematika Hungary bernama Alfred Haar. DHWT memiliki 2 proses yaitu *forward* dan *inverse*. *Forward* adalah proses mengolah gambar menjadi bentuk frekuensi. Hasil *forward* dari DHWT akan menghasilkan gambar yang dibagi empat yang terdiri dari gambar dengan frekuensi rendah (LL), frekuensi sedang (HL & LH), dan frekuensi tinggi (HH). Pembagian gambar dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Pembagian gambar hasil DHWT (Kumar, 2001)

Gambar yang akan digunakan untuk disisipkan *watermark* adalah gambar dengan frekuensi rendah (LL) karena lebih aman dalam *attack* kompresi *file* (Kushwah, 2016). Dalam penelitian ini, nilai yang akan disisipkan *watermark* adalah nilai warna biru karena warna biru adalah warna yang memiliki jarak frekuensi tertinggi sehingga lebih tidak terlihat perubahannya oleh mata. (Kaur, 2015).

Proses menyisipkan *watermark* pada DHWT menurut Kaur (2015) adalah sebagai berikut.

- Mengambil nilai RGB dari setiap *pixel* gambar.
- Melakukan proses *forward* DHWT terhadap nilai yang telah diambil. Perhitungan frekuensi pada DHWT dapat ditulis sebagai berikut.

$$a = \frac{(x_i + x_{i+1})}{2} \quad \dots(2.1)$$

$$d = \frac{(x_i - x_{i+1})}{2} \quad \dots(2.2)$$

Dimana

a, d = nilai frekuensi tiap *pixel* dan digunakan untuk *inverse*

$x_i$ ,  $x_{i+1}$  = posisi koordinat *pixel*

- Melakukan penyisipan *watermark* menggunakan metode LSB.

- d. Mengembalikan frekuensi menjadi bentuk gambar kembali. Proses mengembalikan frekuensi ke dalam bentuk gambar disebut proses *inverse* dengan persamaan.

$$x_i = a + d \quad \dots(2.3)$$

$$x_{i+1} = a - d \quad \dots(2.4)$$

Dimana

a, d = nilai frekuensi tiap *pixel* dan digunakan untuk *inverse*

$x_i$  ,  $x_{i+1}$  = posisi koordinat *pixel*

Proses ekstraksi *watermark* pada DHWT adalah sebagai berikut.

- Mengambil nilai RGB dari gambar.
- Melakukan proses *forward* DWT terhadap nilai yang telah diambil.
- Melakukan proses ekstraksi *watermark*.
- Melakukan proses *inverse* untuk mengembalikan gambar.

### 2.3 Least Significant Bit

Metode Least Significant Bit (LSB) adalah salah satu metode *watermarking* yang menggunakan metode spasial. Setiap *byte* berisi 8-bit nilai. LSB menggunakan bit yang nilainya paling kecil sehingga perubahan tidak terlihat oleh mata manusia. Metode LSB mengubah *bit* terkecil dari frekuensi gambar menjadi *bit* dari *watermark* (Munir, t.t.).

Contoh LSB :

Bit gambar :

10001001

LSB dari gambar adalah 1 yang merupakan bit paling kanan karena memiliki nilai paling kecil

Contoh penggunaan LSB :

*Bit* dari gambar adalah :

00011010 10001101 01101100 01010101

Dan *bit* dari watermark adalah :

1010

Dengan LSB maka *bit* terkecil dari gambar diubah menjadi *bit watermark* sehingga hasilnya menjadi

00011011 10001100 01101101 01010100

Metode ini digunakan untuk menyimpan *watermark* berbentuk gambar ke dalam gambar. Proses menyisipkan *watermark* adalah sebagai berikut.

- a. Mengambil nilai warna 0 – 255 kemudian dikonversi ke dalam *bit*.
- b. Mengambil nilai frekuensi *channel blue* pada *host* di bagian LL kemudian dikonversi menjadi *bit*.
- c. Mengambil *bit* terakhir dari nilai frekuensi dan diganti menjadi nilai *bit watermark*.
- d. Ulangi proses sampai seluruh nilai pada *watermark* selesai disisipkan.

Proses ekstraksi *watermak* adalah sebagai berikut.

- a. Mengambil nilai frekuensi *blue* pada *host* kemudian dikonversi menjadi *bit*.
- b. Mengambil *bit* terakhir dari nilai frekuensi.
- c. Ulangi proses sampai seluruh *bit* telah selesai di ekstraksi.
- d. Membaca nilai yang dikumpulkan menjadi sebuah gambar *watermark*.

## 2.4 Peak Signal to Noise Ratio

Peak Signal to Noise Ratio (PSNR) adalah parameter untuk mengukur kualitas gambar yang sudah disisipkan *watermark*. PSNR menunjukkan perbandingan antara nilai maksimum dari sinyal yang diukur dengan besarnya derau yang berpengaruh pada sinyal tersebut (Fanani dan Ulinnuha, 2010). Dalam menentukan PSNR, pertama kali ditentukan terlebih dahulu nilai rata-rata kuadrat dari *error* (*Mean Square Error* – MSE). Persamaan rumus MSE dapat ditulis sebagai berikut.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum (I_{x,y} - I_{x,y}^*)^2 \quad \dots(2.5)$$

Dimana

$I_{x,y}$  = nilai *pixel* gambar asli pada koordinat (x,y)

$I_{x,y}^*$  = nilai *pixel* gambar yang ditukar pada koordinat (x,y)

n = jumlah *pixel* dalam gambar

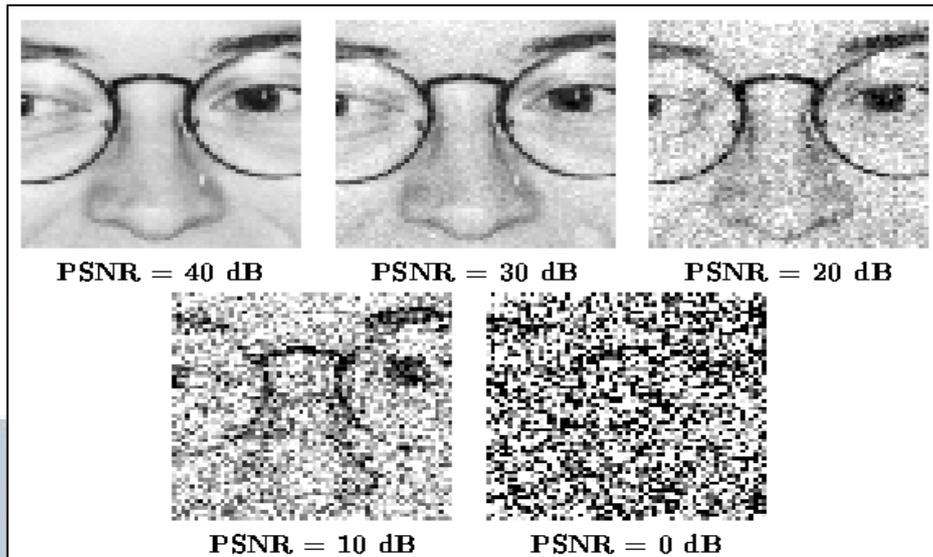
Persamaan rumus PSNR dapat ditulis sebagai berikut.

$$PSNR = 10 \log_{10} \frac{E_{max}^2}{MSE} \quad \dots(2.6)$$

Dimana

$E_{max}$  = nilai maksimum *pixel* gambar

Semakin tinggi nilai sebuah PSNR maka semakin mirip sebuah gambar dengan aslinya. Jika gambar yang dibandingkan sama dengan asli maka nilai PSNR menjadi *infinite* atau tidak terhingga karena pembagian nilai nol. Nilai PSNR cocok digunakan untuk menghitung perbedaan antara gambar asli dengan gambar yang telah berubah, namun tidak cocok digunakan menghitung nilai PSNR antar gambar. Gambar dengan nilai PSNR 20 dB dapat terlihat lebih baik daripada gambar dengan nilai PSNR 30dB (Veldhuizen, 1998). Perbandingan rasio PSNR dengan gambarnya dapat dilihat pada Gambar 2.2.



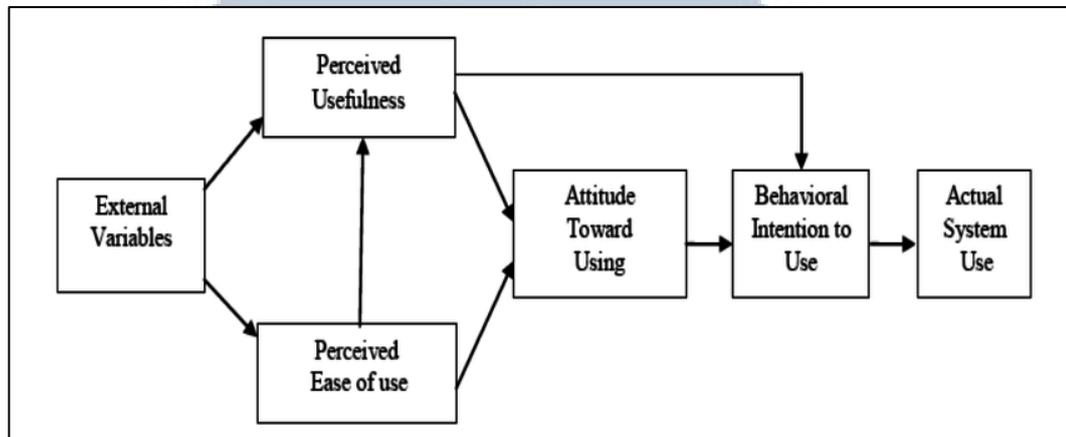
Gambar 2.2 Ilustrasi nilai PSNR (Veldhuizen, 1998)

## 2.5 Technology Acceptance Model

Technology Acceptance Model (TAM) pertama kali ditemukan oleh Davis, dkk. pada tahun 1989. TAM merupakan pengembangan dari *Theory of Reasoned Act* oleh Ajzen dan Fishben tahun 1975. Model penerimaan teknologi TAM berfokus pada dua faktor, *perceived usefulness* dan *perceived ease of use* (Sayekti dan Punarta, 2016).

*Perceived usefulness* merupakan tingkatan bahwa pengguna percaya bahwa aplikasi dapat membantu pekerjaan pengguna dalam mengatasi masalah. *Perceived ease of use* merupakan tingkatan bahwa pengguna percaya bahwa aplikasi dapat digunakan dengan mudah dan tanpa masalah. Semakin tinggi nilai *perceived usefulness* maka dapat disimpulkan bahwa pengguna merasa bahwa aplikasi berguna dalam menyelesaikan masalah yang dihadapi sedangkan nilai *perceived ease of use* menyimpulkan bahwa pengguna merasa aplikasi mudah digunakan sehingga aplikasi akan sering digunakan (Sayekti dan Punarta, 2016). Terdapat lima

variabel yang digunakan dalam penelitian model TAM. Variabel dalam model TAM dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Model TAM (Mukthar, 2015)

Dimensi dalam model TAM adalah sebagai berikut (Wiyati dan Sarja, 2014).

a. External Variables

Variabel luar yang mempengaruhi nilai *perceived ease of use*.

b. Perceived Usefulness

Manfaat dari aplikasi yang memudahkan pengguna dalam menyelesaikan masalah.

c. Perceived Ease of Use

Kemudahan dalam menggunakan aplikasi.

d. Attitude Toward Using

Sikap pengguna terhadap aplikasi baik berupa penerimaan atau penolakan aplikasi.

e. Behavioral Intention to Use

Kecenderungan pengguna dalam menggunakan aplikasi yang terkait dengan manfaat aplikasi itu sendiri.

f. Actual System Use

Penggunaan aktual dari aplikasi.

Model TAM dapat diaplikasikan pada berbagai teknologi seperti *desktop*, *mobile*, bahkan teknologi *ecommerce*. Dengan menggunakan TAM dapat dilakukan analisis pada aplikasi yang dibuat dari sudut pandang pengguna (Sugandy, 2017). Pada tahun 1989, Davis mengembangkan TAM dari 10 *item* jawaban menjadi enam *item* jawaban. Dalam pengujian aplikasi digunakan TAM untuk mendapatkan tingkat kemudahan dan kegunaan aplikasi pada mahasiswa Universitas Multimedia Nusantara dalam bentuk kuisioner. Survei dilakukan terhadap minimal 30 responden (Roscoe, 1982) dengan menggunakan teknik *purposive sampling*. *purposive sampling* adalah teknik penentuan sampel yang disesuaikan dengan kriteria-kriteria tertentu yang diterapkan berdasarkan tujuan penelitian atau permasalahan penelitian (Hidayat, 2018).

## 2.6 Gambar Bitmap

Gambar adalah tiruan barang (orang, binatang, dan tumbuhan) yang dibuat dengan coretan pensil dan sebagainya pada kertas dan sebagainya (Kbbi.kemdikbud.go.id, 2016). Gambar digital adalah gambar yang dihasilkan dari proses/dari oleh gambar di komputer, kamera, *scanner* atau perangkat elektronik lainnya (desainbagus.com, 2017). Gambar digital dibagi menjadi 2 jenis yaitu gambar *bitmap* dan gambar *vektor*. Gambar *bitmap* adalah gambar yang mirip dengan aslinya dan terdiri dari *pixel* yang berisi nilai. Gambar *vektor* adalah gambar yang terdiri dari kumpulan garis, kurva, atau bidang tertentu. Beberapa format

untuk gambar *bitmap* seperti BMP, JPEG, GIF, dan PNG sedangkan format *vektor* seperti AI dan EPS.

Gambar dengan format JPEG atau JPG merupakan format yang sama. Format JPEG merupakan singkatan dari Joint Photographic Expert Group namun pada awalnya *windows* hanya dapat menerima format *extension* tiga kata sehingga diubah menjadi JPG. Format JPEG tetap digunakan pada Mac dan sekarang *windows* yang telah dapat menerima *extension* 4 kata juga mulai menggunakan format JPEG.

